



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Trabajo de Titulación como requisito previo para la obtención del título de
Magíster en Tecnologías de Información mención Gestión y Administración de TI

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO OPEX PARA EL ÁREA DE TI DE EMAPAST EP

Autor: Paola Carolina Mejía Quinteros

Director: Leonardo Napoleón Arévalo Rivera

QUITO DM, 2023

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, PAOLA CAROLINA MEJPIA QUINTEROS, con C.I. 160037679-0 autora del trabajo de titulación “IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO OPEX PARA EL ÁREA DE TI DE EMAPAST EP”, previa a la obtención del del título de Magíster en Tecnologías de Información mención Gestión y Administración de TI.

Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 31 de agosto de del 2023

PAOLA CAROLINA MEJPIA QUINTEROS

C.I. 160037679-0

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Director (a) – Tutor (a) del Trabajo de Posgrado Titulado: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO OPEX PARA EL ÁREA DE TI DE EMAPAST EP.”, presentado por el maestrante PAOLA CAROLINA MEJPIA QUINTEROS, titular de la Cédula de Identidad N.º 160037679-0 para optar al Grado de Magíster en Educación mención gestión del aprendizaje mediado por TIC, considero que dicho Trabajo de Investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte de los Lectores – Evaluadores que se designen para tal fin por parte de las autoridades de la Facultad de Ciencias de la Educación.

En la ciudad de Quito, a los 31 días del mes de agosto de 2023

LEONARDO NAPOLEÓN ARÉVALO RIVERA

C.I. 1715293740

lnarevalo@puce.edu.ec

NOTA:29/30

Se comunica que en el servicio de análisis Turnitin, el referido trabajo de titulación alcanzó el siguiente resultado: 5 % índice de similitud con otras fuentes.

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.usil.edu.pe

Fuente de Internet

4%

2

revistas.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

1%

1715293740

LEONARDO

NAPOLEON

AREVALO RIVERA

Firmado digitalmente
por 1715293740
LEONARDO NAPOLEON
AREVALO RIVERA
Fecha: 2023.03.14
15:21:23 -05'00'

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, PAOLA CAROLINA MEJPIA QUINTEROS, titular de la Cédula de Identidad N°160037679-0, declaro que los resultados obtenidos en la investigación, como requisito previo para lo obtención del Grado Académico de Magister en Innovación en Educación son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos, que se desprenden del trabajo de investigación, y luego de la redacción de este documento, son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

En la ciudad de Quito, a los 31 días del mes de agosto de 2023

Firma:

PAOLA CAROLINA MEJÍA QUINTEROS

C.I. 160037679-0

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Formulación del problema	3
1.2. Objetivos de la Investigación.....	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3. Justificación de la Investigación	6
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	9
2.1.1 Misión de la EMAPAST EP.....	9
2.1.2 Visión de la EMAPAST EP	9
2.1.3 Objetivo General de la EMAPAST EP	9
2.1.4 Objetivos estratégicos:	10
2.1.5 Estado actual del departamento de TIC.....	11
2.1.5.1 Servidores.....	11
2.2 Bases Teóricas	14
2.2.1 OPEX	14
2.2.2 CAPEX.....	18
2.2.3 Nuevas tendencias de ahorro en las empresas.....	19
2.2.4 Modelos de Cloud en las organizaciones	22
2.2.5 Infraestructura Cloud Computing.....	26
2.2.6 Definición de términos básicos.	27
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	29
3.1 Tipo de Investigación.....	29
3.2 Diseño de Investigación.....	30

3.3 Unidades de Estudio	30
3.3.1 Población.....	31
3.3.2 Muestra.....	31
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.5 Técnica de Análisis de Datos	32
3.6 Operacionalización de Variables	33
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	35
4.1 Estado actual de los servicios de impresión, fotocopiado en la EMAPAST EP.....	35
4.2 Estado actual de los equipos y materiales tecnológicos.....	38
4.3 Situación actual de los servidores	40
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA	44
5.1 Introducción a la propuesta de modelo OPEX.....	44
5.2 Objetivos de la propuesta.....	45
5.3 Propuesta de Cloud Computing	45
5.3.1 Solución de infraestructura como servicio IaaS.....	45
5.3.2 Actividades para la migración hacia un modelo SaaS	50
5.3.3 Seguridad y Privacidad.....	51
5.3.4 Aspecto legales.....	52
5.4 Outsourcing de servicios.....	54
5.4.1 Outsourcing de impresoras.....	55
5.4.2 Outsourcing de equipos y mesas de servicios	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
Conclusiones	61
Recomendaciones	62
REFERENCIAS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Servidores HP usados en EMAPAST EP	11
Tabla 2 Dimensiones e indicadores del ERP	22
Tabla 3 Operacionalización de Variables	33
Tabla 4 Infraestructura de impresoras y copiadores EMAPAST EP.....	35
Tabla 5 Costos actuales de impresiones en EMAPAST EP	37
Tabla 6 Costos actuales de impresiones en EMAPAST EP	38
Tabla 7 Diagnósticos de los equipos de EMAPAST EP.....	38
Tabla 8 Costos asociados al uso de los servidores EMAPAST EP	41
Tabla 9 Gastos de operación de servidores EMAPAST EP	42
Tabla 10 Gastos de software de servidores EMAPAST EP	42
Tabla 11 Gastos adicionales de servidores EMAPAST EP.....	43
Tabla 12 Costos y gastos totales servidores EMAPAST EP	43
Tabla 13 Propuesta y requerimientos de virtualización servidores EMAPAST EP	47
Tabla 14 Equipos de almacenamiento de virtualización servidores EMAPAST EP.....	48
Tabla 15 Equipos de almacenamiento de virtualización servidores EMAPAST EP.....	50
Tabla 16 Costos de outsourcing.....	56
Tabla 17 Comparativo CAPEX y outsourcing EMAPAST EP	56
Tabla 18 Consolidación comparativo CAPEX y outsourcing EMAPAST EP.....	59
Tabla 19 Relación costo beneficio CAPEX y outsourcing EMAPAST EP.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Infraestructura EMAPAST EP	4
Figura 2 Organigrama EMAPAST EP.....	10
Figura 3 Organigrama área de TI EMAPAST EP	11
Figura 4 Pilares para calcular el OPEX	16
Figura 5 Sistema ERP	21
Figura 6 Modelo IaaS.....	23
Figura 7 Modelo PaaS.....	24
Figura 8 Modelo SaaS.....	25

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN GESTIÓN
Y ADMINISTRACIÓN DE TI

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO OPEX PARA EL ÁREA DE TI DE
EMAPAST EP**

Autor: Paola Carolina Mejía Quinteros

Director-Tutor: Leonardo Napoleón Arévalo Rivera

Fecha: 30 agosto de 2023

RESUMEN

El modelo OPEX provee un marco para identificar y gestionar todos los gastos operativos que una organización incurre para mantener sus operaciones de manera eficiente y rentable. Este enfoque representa una alternativa viable para el departamento de TI de EMAPAST EP, que opera bajo un presupuesto limitado y requiere actualizaciones tecnológicas constantes debido a la naturaleza de sus actividades. Con un enfoque cuantitativo y descriptivo, este estudio tiene como meta proponer un modelo OPEX específico para el área de TI de la entidad, con el fin de optimizar tanto la eficiencia como la eficacia operativa. La información se recopiló directamente de la organización y los resultados evidenciaron gastos elevados en aspectos como impresiones y mantenimiento de hardware, así como servidores próximos a alcanzar el fin de su vida útil, lo que podría resultar en gastos de capital no presupuestados. La propuesta subraya los beneficios de migrar a una infraestructura en la nube (IaaS y SaaS) y de externalizar servicios como impresión y soporte técnico. Este modelo permite mejorar el OPEX de la empresa pública analizada al minimizar los costos de mantenimiento, actualizar el equipamiento tecnológico y gestionar los recursos de manera más eficiente y efectiva.

Palabras clave: OPEX, Outsourcing, IaaS, SaaS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN GESTIÓN
Y ADMINISTRACIÓN DE TI

IMPLEMENTATION OF AN OPEX MODEL FOR EMAPAST EP'S IT AREA

Autor: Paola Carolina Mejía Quinteros

Director-Tutor: Leonardo Napoleón Arévalo Rivera

Fecha: 30 august 2023

ABSTRACT

The OPEX model provides a framework for identifying and managing all operating expenses that an organization incurs to maintain its operations in an efficient and cost-effective manner. This approach represents a viable alternative for the IT department of EMAPAST EP, which operates under a limited budget and requires constant technological upgrades due to the nature of its activities. Using a quantitative and descriptive approach, this study aims to propose a specific OPEX model for the entity's IT area in order to optimize both operational efficiency and effectiveness. The information was collected directly from the organization and the results showed high expenses in areas such as printing and hardware maintenance, as well as servers nearing the end of their useful life, which could result in unbudgeted capital expenditures. The proposal highlights the benefits of migrating to a cloud infrastructure (IaaS and SaaS) and outsourcing services such as printing and technical support. This model allows improving the OPEX of the public company analyzed by minimizing maintenance costs, upgrading technological equipment and managing resources more efficiently and effectively.

Keywords: OPEX, Outsourcing, IaaS, SaaS

INTRODUCCIÓN

Un modelo OPEX (Operational Expenses) hace referencia a la gestión eficiente de los costos y gastos operativos de una organización, sin afectar la calidad del servicio. En relación al modelo CAPEX (Capital Expenses), el cual, está relacionado con la inversión en activos de capital, el OPEX genera varias ventajas como flexibilidad ante los cambios del entorno, la reducción de riesgos de inversión, aumento de los flujos de efectivo, priorizando el enfoque hacia la innovación y el desarrollo de nuevos procesos para mejorar la competitividad de la organización, todo esto traducido en la reducción de costos y gastos, que en una entidad pública es un elemento crítico, debido a los presupuestos ajustados.

En la EMAPAST EP se ha contemplado la adopción de estrategias de gestión orientadas a la optimización de costos operacionales y de capital. Esta consideración surge en respuesta a desafíos específicos, como la interrupción en la continuidad de la planificación y ejecución de proyectos atribuible a la frecuente rotación de gerentes. Esta variabilidad en la dirección estratégica ha conllevado una subutilización de la inversión proyectada en infraestructura tecnológica. Dicha discontinuidad en la gestión se traduce en una reorientación de prioridades cada vez que se nombra un nuevo gerente, lo cual podría desviar el enfoque de los requisitos actuales y emergentes de la organización.

En este escenario, la limitación de recursos a disposición del departamento de Tecnologías de la Información (TI) obstaculiza tanto la adquisición de nuevas tecnologías como la expansión de la infraestructura de red necesaria para satisfacer las demandas en constante evolución de la base de consumidores. Ante esta coyuntura, se ha evaluado la transición hacia un modelo de Gastos Operativos (OPEX) como una solución viable para mitigar los costos de inversión inicial. Este cambio permitiría acceder a servicios y tecnologías de vanguardia sin incurrir en elevadas inversiones y gastos operativos, alineando de mejor manera los recursos disponibles con las necesidades estratégicas de la empresa.

El objetivo general del presente trabajo es desarrollar un modelo OPEX para el área de TI de EMAPAST EP, que busca fomentar tanto la eficiencia como la eficacia en las operaciones del departamento. Para lo cual, se ha llevado a cabo una recopilación de datos sobre los activos y pasivos de la organización, junto con una identificación de los procesos que requieren fortalecimiento. Adicionalmente, se efectúa un análisis comparativo de coste-beneficio

centrado en los modelos OPEX y CAPEX. Sobre la base de estos análisis, se formula una propuesta que comprende un conjunto de proyectos a corto, mediano y largo plazo, relacionados con la actualización de dispositivos de impresión, la gestión de almacenamiento de datos, la adquisición de servidores y la renovación de equipamiento informático destinado a los usuarios finales.

Este estudio se estructura en cinco capítulos cruciales: el inicial establece la problemática y los objetivos de la investigación; el segundo aborda fundamentos teóricos y antecedentes empresariales relacionados con las variables en estudio; el tercero detalla la metodología empleada para la recopilación y análisis de datos; el cuarto presenta un diagnóstico actualizado del estado de los equipos y servicios del área en cuestión; y el quinto capítulo culmina con la propuesta de un modelo OPEX optimizado. La investigación se cierra con conclusiones y recomendaciones específicas a la investigación.

Este estudio reviste una importancia significativa al centrarse en la optimización de recursos públicos y en el mejoramiento del servicio al usuario. Al efectuar la transición dentro del área de TI de EMAPAST hacia un modelo OPEX, se posibilita una innovación en los procesos de atención al cliente, una reducción eficiente de costos y una reasignación de recursos hacia el desarrollo y expansión de la entidad, impactando positivamente en la satisfacción del usuario.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han experimentado un cambio significativo tras la pandemia mundial ocurrida en 2019, y Ecuador no ha sido una excepción. Aquellas empresas que destinaron recursos para invertir en herramientas tecnológicas de vanguardia pudieron mitigar los impactos de esta crisis global, reduciendo sus pérdidas. Por otro lado, aquellas que no realizaron estas inversiones generaron grandes pérdidas y algunas incluso tuvieron que suspender sus operaciones. A raíz de esta experiencia, muchas empresas actualmente están buscando fortalecer estas áreas.

La infraestructura tecnológica se ha convertido en el eje central para el desarrollo presente y futuro de todas las empresas. Por tanto, es necesario otorgarle la importancia que merece y realizar las inversiones necesarias para fortalecerla. Esto permitirá obtener resultados más eficientes y eficaces en los procesos empresariales.

EMAPAST EP es la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Pastaza, la cual fue creada mediante el registro Oficial Nro. 299 del 13 de octubre de 2010. Posee personería jurídica de derecho público, así como patrimonio propio, y cuenta con autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión.

EMAPAST EP es una empresa de tamaño reducido, que hasta octubre de 2022 contaba con 12.384 consumidores de servicios de agua potable y 9.409 consumidores de servicios de alcantarillado. Para asegurar el correcto funcionamiento de cada uno de los sistemas de agua potable que abastecen a la ciudad de Puyo y sus alrededores, la empresa cuenta con un total de 105 funcionarios distribuidos en sus diferentes dependencias: 31 administrativos, y 74 colaboradores operativos.

Es importante destacar que cada cuatro años se produce un cambio de autoridades a nivel seccional, lo que implica cambios en la gerencia. Esto representa un riesgo para el desarrollo normal de las actividades planificadas por EMAPAST EP, ya que cada autoridad establece su propio plan de trabajo y lo ejecuta según sus prioridades.

Durante la actual administración, se han observado cambios constantes en los gerentes. Desde 2014 hasta 2019, hubo un solo gerente que fortaleció la institución en términos de adquisición de capital para el área de TICS y para EMAPAST EP, logrando su fortalecimiento. Sin embargo, desde 2019 hasta la fecha actual, se han presentado 3 cambios administrativos en la gerencia, con una duración promedio de un año y medio. Esto ha generado una pausa en la ejecución de nuevos proyectos y la implementación de nuevas políticas, impidiendo un adecuado fortalecimiento del departamento y la insatisfacción de las necesidades y requerimientos por la constante evolución del entorno de TI. Por ejemplo, la construcción de nuevos puntos de red se realiza con los recursos existentes o con los limitados recursos financieros asignados, lo que impide la implementación. Actualmente EMAPAST EP dentro de su Infraestructura Tecnológica cuenta con (ver figura 1):

Figura 1

Infraestructura EMAPAST EP



Fuente: Información recopilada de observación de campo

La infraestructura tecnológica adquirida en 2019 bajo el modelo de Gastos de Capital (CAPEX) se encuentra en las etapas finales de su vida útil, planteando así la necesidad de reforzar la

arquitectura tecnológica de EMAPAST EP. Ante este escenario, resulta necesario realizar un análisis estratégico a corto, mediano y largo plazo para evaluar cuál enfoque es más eficiente: persistir en inversiones para adquisición de equipos (CAPEX) o realizar la transición hacia un modelo de Gastos Operativos (OPEX). En función de lo expuesto, se plantean los siguientes proyectos para optimizar los recursos en la organización.

Los tres proyectos macros necesarios a analizar son:

🚦 Proyecto Macro a Corto Plazo

✓ Impresión para EMAPAST EP

Dado que las impresoras actuales han alcanzado el final de su vida útil y requieren una inversión de repotenciación considerable. No obstante, optar por el alquiler de equipos de impresión actualizados con costos operativos regulares y predecibles, se logra eliminar gastos de capital elevados y facilita el mantenimiento, al tiempo que se adapta más ágilmente a las necesidades cambiantes de la entidad.

🚦 Proyecto Macro a Mediano Plazo.

✓ Almacenamiento para EMAPAST EP

La acumulación exponencial de datos demanda políticas robustas de almacenamiento, lo cual implicaría inversiones adicionales en hardware. No obstante, se podría optar por soluciones de almacenamiento en la nube, las cuales permiten escalar recursos de manera eficaz para acomodar volúmenes de datos en crecimiento.

🚦 Proyecto Macro a Mediano Plazo.

✓ Servidores para EMAPAST EP

Los servidores adquiridos en el 2015 y 2018 en donde reposan los sistemas Financieros y Comercial respectivamente, necesitan contar con un sistema redundante. Por lo que, la adopción de soluciones de servidores en la nube ofrece redundancia incorporada, minimizando los gastos operativos.

🚦 Proyecto Macro a Largo Plazo.

✓ Equipos para EMAPAST EP

Si bien, los equipos actuales en EMAPAST EP son funcionalmente adecuados, adoptar un modelo OPEX para futuras actualizaciones o arrendamientos permite una transición más suave y rentable. En lugar de inversiones de capital masivas en nuevos equipos, el

arrendamiento permitiría pagos periódicos menores y más predecibles, además de brindar la flexibilidad para adaptarse a tecnologías emergentes sin incurrir en costos de obsolescencia.

La adopción de un modelo OPEX en EMAPAST EP tiene claras ventajas en términos de Retorno de Inversión (ROI) y beneficios tangibles. Uno de los aspectos más cruciales es el ahorro en costos de capital (CAPEX) al minimizar la necesidad de inversiones iniciales grandes en equipos e infraestructura tecnológica. Este ahorro puede ser reinvertido en otros aspectos críticos de la empresa, como la innovación y en la mejora y desarrollo de nuevos servicios para la población. Desde el punto de vista del ROI, la entidad realiza gastos acordes con los ingresos generados por los servicios ofrecidos. Con lo cual, el flujo de caja se optimiza y se libera capital que puede invertirse en proyectos con un ROI más alto.

En general, los beneficios tangibles incluyen la mejora continua del servicio al usuario final debido a la mayor flexibilidad para actualizar tecnologías y adaptarse a demandas cambiantes. Además, las soluciones basadas en OPEX suelen venir con soporte técnico y actualizaciones incluidas, asegurando que la empresa siempre opere con tecnologías de vanguardia sin incurrir en costos adicionales. Esto, a largo plazo, se traduce en una mayor satisfacción del cliente y potencialmente en una mayor retención y generación de ingresos.

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

- Desarrollo un modelo OPEX para el área de TI de EMAPAST EP

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar la información de los activos y pasivos de EMAPAST EP
- Analizar los costos operativos actuales (OPEX) relacionados con el área de TI de EMAPAST EP.
- Realizar un análisis de costos beneficios en función a OPEX y CAPEX

1.3. Justificación de la Investigación

EMAPAST EP, como entidad adscrita al GADM del Cantón Pastaza, está sujeta a fluctuaciones

políticas que se producen en ciclos electorales de cuatro años. Este escenario de cambio frecuente en el liderazgo institucional subraya la necesidad de un plan estratégico de inversiones focalizado en la eficiencia y la sostenibilidad del área de TICS, que a su vez repercutirá positivamente en la operatividad global de la empresa a corto, mediano y largo plazo.

En el estado actual, el departamento de Tic de la entidad carece de políticas de funcionamiento estandarizadas y una estructura operativa coherente. Los procesos clave, pese a su importancia estratégica, se gestionan con métodos ad hoc y con un presupuesto anual que ofrece recursos financieros limitados. Esta falta de organización y previsión compromete la eficiencia y efectividad del departamento, haciendo indispensable un período de evaluación y diagnóstico meticuloso de los procesos macros. El objetivo es discernir sus respectivas ventajas y desventajas, para de esta manera tomar decisiones informadas que fortalezcan la capacidad operativa y la resiliencia del departamento de TICS ante cualquier escenario político o económico.

- Proyecto Macro a Corto Plazo.
 - ✓ Impresión para EMAPAST EP

Dada la urgencia identificada en modernizar los servicios de impresión, fotocopiado y escaneo en los diversos departamentos de EMAPAST EP, es crucial analizar las inversiones tanto bajo el modelo CAPEX como el OPEX, evaluando sus costos y beneficios. Este enfoque permitirá determinar intervenciones inmediatas para mejorar las condiciones laborales de los empleados.

- Proyecto macro a Mediano Plazo.
 - ✓ Almacenamiento para EMAPAST EP

El acúmulo significativo de información institucional en distintos ámbitos—puestos de trabajo, servidores financieros y comerciales, videovigilancia y archivos contractuales—necesita un análisis meticuloso para decidir si la inversión adecuada debe canalizarse a través de CAPEX o OPEX, de acuerdo con las normativas vigentes.

- Proyecto macro a Mediano Plazo.
 - ✓ Servidores para EMAPAST EP

Los servidores que alojan los sistemas financieros y comerciales, adquiridos en 2015 y 2018

respectivamente, requieren una revisión exhaustiva para determinar si es más conveniente adquirir nuevos equipos u optar por servicios de virtualización. La meta es implementar sistemas redundantes que permitan una recuperación inmediata en caso de fallos.

- Proyecto macro a Largo Plazo.
 - ✓ Equipos para EMAPAST EP

Aunque la mayoría de los computadores en uso por el personal cumplen con los requisitos operativos actuales, es esencial realizar un análisis comparativo entre inversiones CAPEX y OPEX para planificar eficazmente las futuras necesidades tecnológicas y garantizar un servicio óptimo a nuestros usuarios internos.

Cada uno de estos proyectos contribuirá a una administración más efectiva de los recursos tecnológicos, alineando los gastos operativos con la generación de valor, y respondiendo con agilidad a las necesidades cambiantes de la institución.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes de la Investigación

Establecida a través del Registro Oficial Número 299 del 13 de octubre de 2010, EMAPAST EP es una entidad de derecho público que posee su propio patrimonio y completa autonomía en áreas presupuestarias, financieras, económicas y administrativas. Funcionando con un enfoque comercial, su misión principal es proveer servicios públicos en los sectores de agua potable y saneamiento. Además, puede ofrecer servicios adicionales y relacionados que sean de interés público, según lo determine su Directorio. Su operación se rige por principios como eficiencia, accesibilidad, calidad y precios justos, entre otros, y puede involucrarse en la gestión de sectores estratégicos y el uso sostenible de recursos naturales (EMAPAST-EP, 2023).

2.1.1 Misión de la EMAPAST EP

La EMAPAST-EP busca elevar el estándar de vida de los residentes de Pastaza proporcionando servicios esenciales de abastecimiento de agua potable y sistemas de alcantarillado. Se enfatiza la importancia de la concientización de los usuarios en relación con la utilización óptima de dichos servicios. La oferta de estos servicios tiene el propósito de generar impactos positivos en el bienestar, salud y la protección ambiental (EMAPAST-EP, 2023).

2.1.2 Visión de la EMAPAST EP

La aspiración de EMAPAST-EP es consolidarse como una entidad destacada en la provisión de agua potable y servicios de alcantarillado en el Cantón Pastaza. Su compromiso es ofrecer respuestas técnicas y operativas, expandiendo su alcance a zonas que actualmente no cuentan con estos servicios. La visión subraya la necesidad de garantizar la calidad, continuidad y precios justos, todo ello gestionando de manera óptima los recursos humanos, financieros y técnicos (EMAPAST-EP, 2023).

2.1.3 Objetivo General de la EMAPAST EP

El objetivo de EMAPAST-EP es establecer una infraestructura y servicios que garanticen una cobertura integral, apoyando así el crecimiento humano y las economías locales y regionales.

Es esencial para la entidad implementar proyectos relacionados con el suministro de agua y alcantarillado que se adecuen a las demandas urbanas, con el fin de reforzar las competencias administrativas de EMAPAST-EP. Esto se logra a través de una gestión eficaz y la incorporación de sistemas avanzados de comunicación (EMAPAST-EP, 2023).

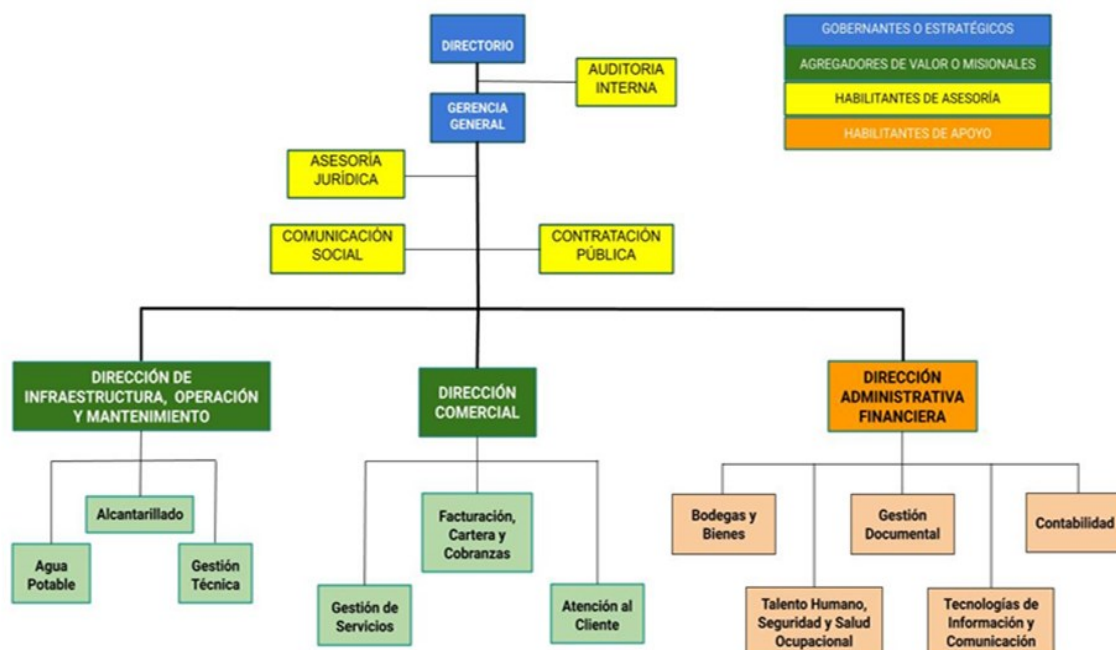
2.1.4 Objetivos estratégicos:

- Establecer un marco que promueva un desarrollo organizacional holístico y coherente.
- Potenciar y mejorar la percepción pública del perfil corporativo de la Entidad.
- Asegurar una trayectoria sostenible y sustentable para la Empresa a largo plazo.
- Proveer servicios de agua potable y alcantarillado de alta calidad para los habitantes de la ciudad de Puyo.

Dentro del sistema orgánico funcional de EMAPAST EP, se encuentra la dirección Administrativa Financiera misma que contiene dentro de sus áreas de apoyo el área de Tecnologías de la Información y Comunicación.

Figura 2

Organigrama EMAPAST EP



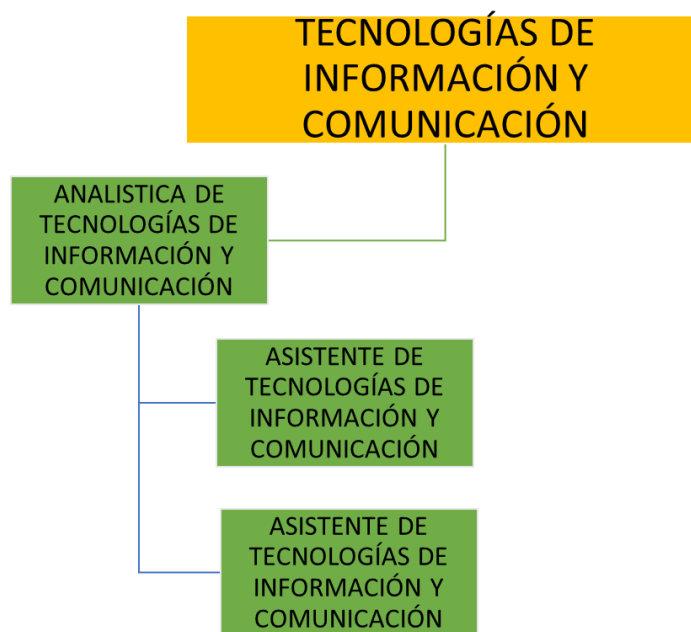
Fuente: Tomado de documentos internos de EMAPAST EP

El departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación, se encuentra integrado de

la siguiente manera:

Figura 3

Organigrama área de TI EMAPAST EP



Fuente: Tomado de documentos internos de EMAPAST EP

2.1.5 Estado actual del departamento de TIC

El área de tecnologías de la información y comunicación de la EMAPAST EP posee dentro de su estructura los siguientes principales elementos:

2.1.5.1 Servidores

A continuación, se muestran los servidores y sus funciones dentro de EMAPAST-EP.

Tabla 1

Servidores HP usados en EMAPAST EP

Ítem	Fecha de compra	Servicio	Sistemas	EOL
Servidor HP Proliant ML350 G6	30-jun-15	Área de sistemas financieros	<ul style="list-style-type: none"> OlymboV6 (Sistema Financiero utilizado en los años 2009, 2010 y 2011). SIGAME (Sistema Financiero utilizado en los años 2011, 2012, 2013,2014 y 2015). 	31-ene-23

			<ul style="list-style-type: none"> • Olympos V7.0 (Sistema Financiero utilizado en los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019). • Yupak (Sistema Financiero utilizado en los años 2019 y estima se lo utilizará en el presente año 2023). 	
Servidor HP Proliant ML350 G6	17-abr-19	Área de sistema comercial. Central Telefónica	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema comercial SIIM. 	1-feb-23
Synology 6 bay NAS DiskStation DS1621xs+ (Diskless)	17-abr-19	NAS	<ul style="list-style-type: none"> • IP 172.18.10.3; Carpeta utilizada dentro de la institución para realizar transferencia de archivos de forma temporal. 	31-mar-23

Fuente: Tomado de HP (2022)

2.1.5.2 Red EMAPAST EP GADM del Cantón Pastaza

Esta se encuentra conformada por la siguiente estructura:

2.1.5.2.1 Edificio central de EMAPAST EP

- Fibra Óptica

GADM del Cantón Pastaza suministra sus servicios al edificio central de EMAPAST EP a través de fibra óptica, enlace que es administrado por personal técnico del GADM del Cantón Pastaza.

- Cableado Estructurado

En el edificio Central poseen red interna con cableado estructurado, las mismas que son administradas por EMAPAST EP bajo las políticas del GADM del Cantón Pastaza, los servicios que ofrecen a través de la red a los hosts son los siguientes:

- ✓ Internet
- ✓ Intranet (Quipux, Correo Institucional, GPR)
- ✓ Red Local (Sistemas Financieros, Comercial, Carpeta Compartida (Publica EMAPAST), Impresoras, scanner, entre otros).
- ✓ Telefónica IP (local, las dependencias externas de EMAPAST, Palestina, San Vicente y GADM Pastaza).

2.1.5.2.2 Planta de tratamiento de agua potable San Vicente

- Fibra Óptica

GADM del Cantón Pastaza suministra sus servicios a planta de tratamiento de agua potable San Vicente a través de fibra óptica, realizando varios saltos como lo son enlace GADM del Cantón Pastaza hacia terminal terrestre, terminal terrestre hacia complejo el dorado, complejo el dorado hacia planta de tratamiento de agua potable San Vicente todas estas redes son administradas por personal técnico del GADM del Cantón Pastaza.

- Cableado Estructurado

En la planta de tratamiento de agua potable San Vicente poseen red interna con cableado estructurado, la cual fue solicitada mediante el oficio N. 059-EMAPAST-GG-2015 de julio de 2015, las mismas que son administradas por EMAPAST EP bajo las políticas del GADM del Cantón Pastaza, y que de acuerdo con la TIA (Telecommunications Industry Association) recomienda cambiar el cableado después de 10 años, es decir, en 2025. Los servicios que ofrecen a través de la red a los hosts son los siguientes:

- ✓ Internet
- ✓ Intranet (Quipux, Correo Institucional, GPR)
- ✓ Red Local (Sistemas Financieros, Comercial, Carpeta Compartida (Pública EMAPAST), Impresoras, scanner, entre otros).
- ✓ Telefónica IP (local, las dependencias externas de EMAPAST, Palestina, San Vicente y GADM Pastaza).

2.1.5.2.3 Planta de tratamiento de agua potable Palestina

- Enlace de Radio punto a Punto

EMAPAST EP tiene levantado un enlace punto a punto desde el edificio central de EMAPAST EP hacia planta de tratamiento de agua potable Palestina el mismo que es administrado por EMAPAST EP, pero bajo las políticas del GADM Pastaza.

- Cableado Estructurado

En la planta de tratamiento de agua potable Palestina poseen red interna con cableado estructurado, las mismas que son administradas por EMAPAST EP bajo las políticas del GADM del Cantón Pastaza, los servicios que ofrecen a través de la red a los hosts son los siguientes:

- ✓ Internet
- ✓ Intranet (Quipux, Correo Institucional, GPR)
- ✓ Red Local (Sistemas Financieros, Comercial, Carpeta Compartida (Publica EMAPAST), Impresoras, scanner, entre otros).
- ✓ Telefónica IP (local, las dependencias externas de EMAPAST, Palestina, San Vicente y GADM Pastaza).

2.1.5.3 Red EMAPAST EP WIFI

2.1.5.3.1 Edificio central de EMAPAST EP

- Cableado Estructurado

Es una red de cableado estructurado independiente que se utiliza para dotar de servicio inalámbrico hacia los clientes interno y externos del Edificio Central, debido que las políticas del GADM del Cantón Pastaza no lo permiten, es alimentado por un servicio OPEX contratado con paquete básico de CNT.

2.1.5.3.2 Planta de tratamiento de agua potable El Rosal

La infraestructura en cuestión es una red de cableado estructurado autónoma, diseñada para proporcionar conectividad inalámbrica a nuestros operadores en la planta de tratamiento de agua potable. Esta sirve como un canal de comunicación redundante, mitigando las deficiencias actuales del servicio CDMA proporcionado por CNT, que sufre de disponibilidad limitada de equipos de repuesto y carece de opciones de telefonía fija en la zona. Además de servir para la coordinación y el monitoreo en tiempo real de las operaciones de la planta, la red también facilita la transmisión segura de datos críticos. En este contexto, la existencia de conectividad por fibra óptica en el sector refuerza la eficacia de esta solución.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 OPEX

De acuerdo a Heredia et al. (2020) los gastos de operación OPEX (Open Expenses) agrupan a todas las salidas de efectivo relacionadas con la operación y mantenimiento, las cuales incluyen

a los costos de energía, insumos, mantenimiento, mano de obra entre otros.

Por su parte Wisser et al. (2020) define al OPEX como los gastos asociados al mantenimiento programado y no programado, al personal de operaciones, los costes de arrendamiento del terreno, los impuestos sobre la propiedad y cualquier otro coste de operaciones en curso. En este contexto, es necesario buscar estimaciones adecuadas para su cálculo como puede ser la vida útil de cada una de las fuentes de costos. Sin embargo, la estimación del OPEX suele tener problemas en función de su origen específico, dejar de lado ciertos parámetros, y en muchos casos la cobertura y las unidades no están claras.

Para Blom y Guthrie (2018) el OPEX suele entenderse como el gasto operativo, que incluye todos los costes necesarios para la prestación de servicios y operar y mantener los activos, redes o sistemas un determinado nivel de servicio en el largo plazo. También incluye a los costes del personal de operaciones, materiales, combustible, productos químicos y consumo de energía.

Podría suponerse que entender al OPEX es relativamente sencillo, sin embargo, no existen muchos estudios que muestren una evaluación estandarizada. No obstante, entre los métodos comúnmente utilizados para evaluar el OPEX está: el uso de factores de multiplicación aplicados al CAPEX, el uso de hojas de cálculo y comparaciones ad hoc con costes previamente estimados o conocidos de organizaciones similares.

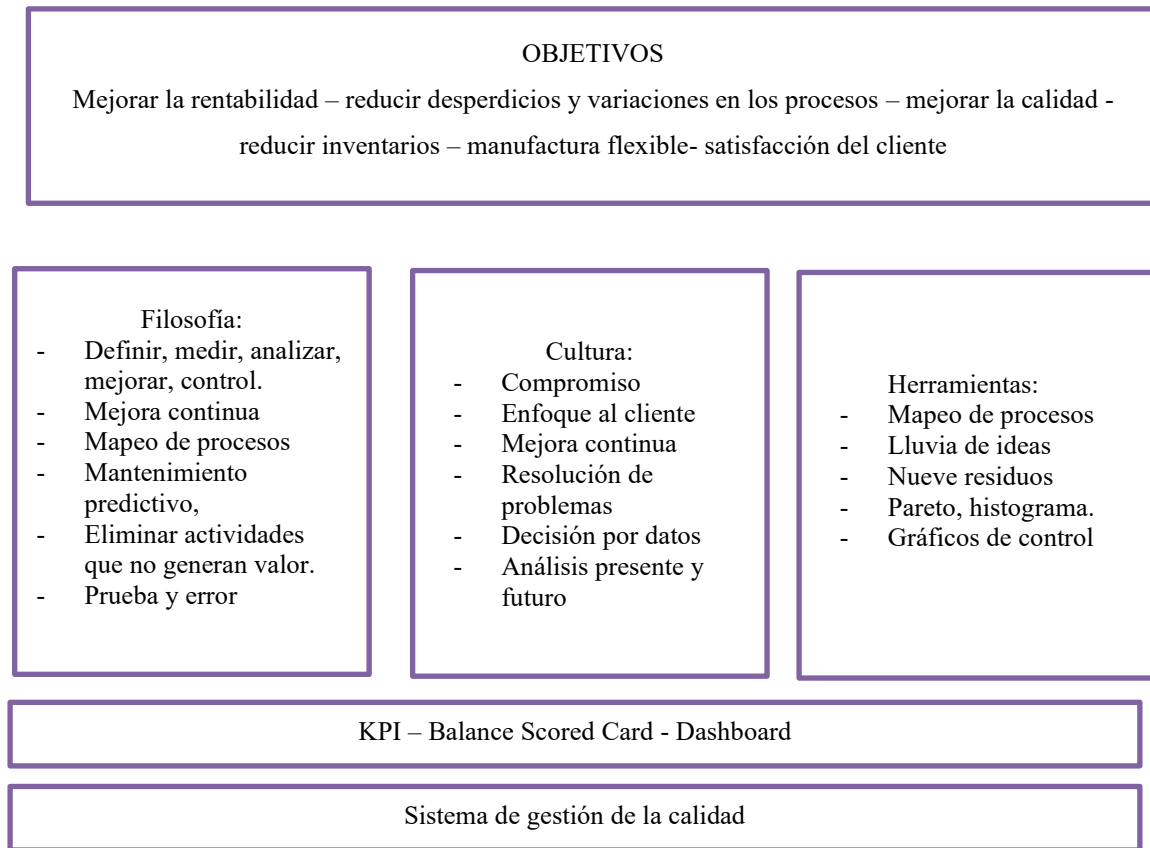
La investigación en materia de OPEX muestran que este puede asociarse a la tecnología de la información. Para evaluar el rendimiento de una organización en relación con la implantación de un modelo OPEX, es necesario disponer de herramientas o un marco de evaluación, direccionado hacia la excelencia de las operaciones. Para alcanzar los objetivos, es importante establecer unos cimientos firmes y unos pilares que apoyen el proceso de consecución de los objetivos. Los cimientos necesarios son: el sistema de gestión de la calidad y los indicadores clave de rendimiento (KPI) que apoyan los tres pilares de la OPEX: método y filosofía, cultura y herramientas (Cahyo, 2019).

Como se muestra en la figura 4 la estructura de OPEX se presenta en forma de casa y consta de tres partes principales: los cimientos, los pilares y el tejado. Según la estructura, los objetivos son: mejora de la rentabilidad, reducción de los residuos y la variación del proceso, mejora de la calidad y la entrega, reducción del inventario, flexibilidad de la comercialización y

satisfacción del cliente.

Figura 4

Pilares para calcular el OPEX



Fuente: Adaptado de Cahyo (2019)

2.2.1.1 OPEX como gasto

Como se ha mencionado el OPEX son los gastos de operación y de funcionamiento, los cuales deben ser controlados y categorizados para que la dirección pueda tomar decisiones. Se ha convertido en un elemento importante en el análisis de para la reducción de coste, por lo que, deben ser monitoreados y revisados (Issarasak, 2020). A diferencia de los gastos de capital (CAPEX), los gastos operativos (OPEX) son frecuentes en las actividades de una organización, y varían tanto en precio como en escala.

Por ejemplo, en Estados Unidos pueden deducirse de la obligación tributaria de la empresa en el mismo año en que se incurre en ellos. En ese sentido las empresas tratan de optimizar sus gastos operativos para reducir sus costes totales, sin que ello afecte negativamente a la calidad del producto o servicio, los volúmenes generales de producción y en general a su ventaja

competitiva (López y Velásquez, 2019). Los ejemplos más comunes de gastos operativos OPEX incluyen:

- Cualquier gasto de ventas, generales y administrativos:
 - ✓ Sueldos de directivos
 - ✓ Sueldos y honorarios del personal de TI
 - ✓ Sueldos del personal de marketing, contabilidad, etc.
 - ✓ Impuestos sobre las nóminas
 - ✓ Alquiler
 - ✓ Servicios públicos
 - ✓ Seguros
 - ✓ Publicidad
 - ✓ Gastos de viaje
 - ✓ Teléfono e Internet
 - ✓ Publicidad
 - ✓ Suministros de venta y marketing

- Impuestos sobre la propiedad
 - ✓ Comisiones de venta
 - ✓ Honorarios extra
 - ✓ La depreciación de los activos fijos situados fuera de las zonas de producción.

Además, como lo menciona López y Velásquez (2019) también pueden ser clasificados y registrados como OPEX a los artículos que se han alquilado en lugar de ser comprados, incluso los que normalmente se incluirían en los gastos de capital (CAPEX). Esto ha ayudado a las empresas a definir los flujos de caja, limitando las inversiones de capital mediante pagos mensuales y seguir deduciendo el coste total del arrendamiento del artículo en el mismo año fiscal.

Por lo expuesto, el CAPEX es una salida de efectivo para añadir valor al activo y no siempre está en la presupuestación, mientras que el OPEX es un gasto para mantener la sostenibilidad de los activos y es regulable. Por lo que, siempre está en la presupuestación de costos y gastos (Syazili et al., 2021).

2.2.2 CAPEX

Para Heredia et al. (2020) los gastos de capital, llamados CAPEX (Capital Expenses) son las salidas de efectivo asociadas las inversiones en infraestructura física, maquinarias y equipos eléctricos y mecanizados, conexiones hidráulicas, entre otros. Para la determinación del CAPEX se debe tomar el tiempo de vida útil de cada uno de sus componentes en años y su tasa de descuento, mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$CAPEX = \frac{Po * i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Donde,

Po = Costo de inversión de cada componente

i = Tasa de descuento

n = Tiempo de vida útil

Los gastos de capital suelen ser de gran tamaño sea en monto, volumen, o ambas. Además, seguirán utilizándose durante meses, años o incluso décadas más allá de su fecha de compra, lo que las convierte en activos fijos. El CAPEX abarcan tanto los activos nuevos como las mejoras realizadas a los adquiridos en el pasado. Por lo tanto, estos tendrán su valor contable, asignado en el balance de la empresa y actualizado para reflejar la depreciación, los daños, las mejoras a lo largo de la vida del activo. Desde el punto de vista contable el CAPEX se registra como un activo en el balance como propiedad, planta y equipo; y también aparecen en el estado de flujos de caja como inversiones, para reflejar el desembolso de capital realizado por adelantado (López y Velásquez, 2019). Algunos ejemplos de gastos de capital son:

- Instalaciones y equipos de producción.
- Mejora y ampliación de las instalaciones existentes.
- Mobiliario y accesorios.
- Herramientas y hardware, y accesorios, incluyendo ordenadores, centros de datos y equipos de oficina.
- Software
- Activos intangibles como licencias de software, propiedad intelectual como patentes, etc.

En el caso de los procesos relacionados con la tecnología relacionada con redes empresariales, se suelen dar gastos de capital (CAPEX) iniciales, que por lo general son fáciles de cuantificar. Sin embargo, en el proceso de toma de decisiones muchas veces, estas compras solo son consideradas como simples producto, y se pierde en el proceso la intención original de compra. En base a esta premisa, otro de los obstáculos que presenta el CAPEX está relacionada con la capacidad de las redes se limitan a un determinado número de proveedores. Por otra parte, al usar solo un enfoque basado en CAPEX, las organizaciones de TI tienen que limitar sus operaciones a la tecnología que usan sus equipos y no permiten el cambio hacia nuevas tendencias, debido a la incompatibilidad (CISCO, 2019).

2.2.3 Nuevas tendencias de ahorro en las empresas

En el mundo globalizado y de gran desarrollo tecnológico se ha vuelto una necesidad que las empresas implanten herramientas o mecanismos que les permitan optimizar sus recursos y maximizar sus ganancias. En este contexto los sistemas de planificación de recursos empresariales (Enterprise Resources Planning – ERP) se han convertido en elementos de gestión empresarial, a través de la autorización de los procesos dentro de la empresa. A nivel mundial, ya son muchas las empresas que hacen uso del ERP, ya que, estos abarcan un sin número de aplicativos basadas en software para desarrollar de forma eficiente sus actividades diarias, generando información para la toma de decisiones.

Los ERP nacen por la necesidad de sustituir los antiguos sistema y programas de gestión empresarial. Los ERP son sistemas integrados de información para administrar los negocios, y por el gran volumen de información que estos manejan, se suelen dividir en módulos, que pueden ser asignados a cada área o proceso, lo cual, permite una rápida instalación y asimilación de su funcionamiento por parte del personal y ajustada a la actividad de la organización (Pavón-González et al., 2018)

De acuerdo a Holguín et al. (2021), los sistemas ERP tiene tres características principales:

1. Integración, donde todos los procesos de la empresa están relacionados entre sí, lo que genera mayor eficiencia en el uso de los recursos. En este caso, toda la información del sistema ERP se encuentra en una base de datos centralizada, hacia la cual tienen acceso los módulos de las diferentes áreas de la organización.

2. Modularidad, es decir, que el sistema ERP se constituye por diferentes módulos los cuales se encuentran compartiendo información, la cual puede ser procesada y analizada por softwares independientes en cada área.
3. Adaptabilidad, ya que, el sistema acopla a las diferentes características y elementos del entorno interno y externo de la empresa, donde es la propia información del ERP quien provee los datos para desarrollar los cambios necesarios.

Los sistemas ERP de acuerdo a Pavón-González et al. (2018), tienen las siguientes ventajas para su implementación en las empresas:

- Control de las operaciones
- Eficiencias en los procesos y actividades administrativas.
- Incremento de las actividades productivas.
- Mejorar el servicio al cliente.
- Optimización en el uso de recursos, generando ahorro para la empresa.
- Visibilidad y transparencia en las operaciones de la empresa
- Reducción de la incertidumbre en la toma de decisiones.
- Soporte a áreas y procesos como: compras y almacenamiento, recursos humanos, gestión financiera, comercialización.

De igual forma Pavón-González et al. (2018), menciona que para poner en marcha un sistema ERP es necesario:

- Compromiso y liderazgo hacia el cambio por parte de la alta dirección.
- Conocimientos y habilidades sobre el manejo del ERP y del negocio.
- Predisposición para la aplicación de buenas prácticas administrativas en los procesos de la organización.

También es importante contar con actores clave para el éxito de la aplicación de un sistema ERP:

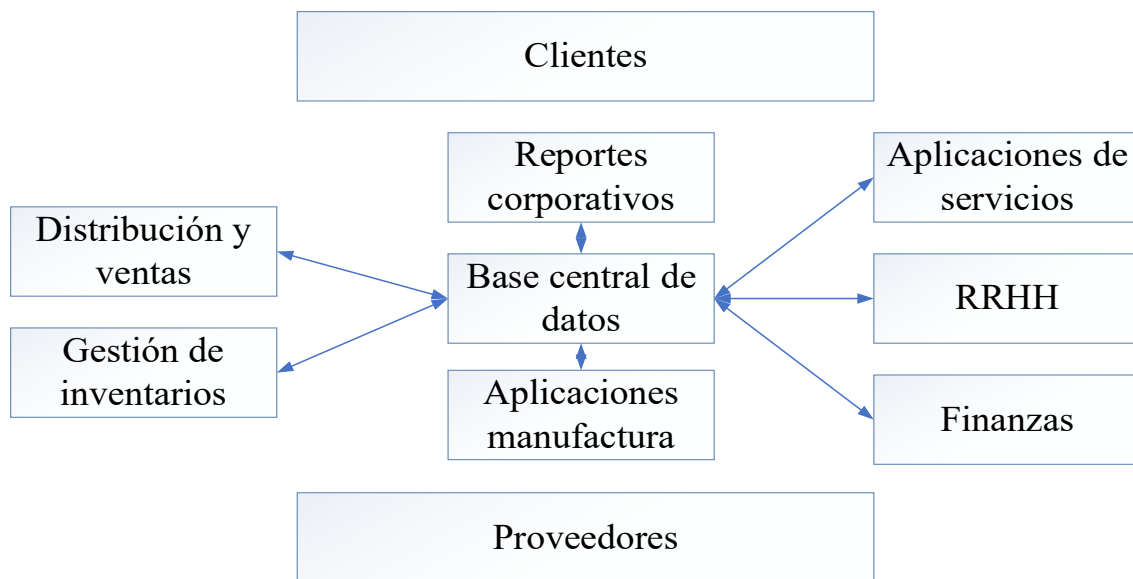
- Analista de sistemas, el cual configura el ERP acorde a las necesidades de la organización.
- Experto en negocios, quien conoce el modelo de negocio de la empresa y provee de la información que ingresara a la base de datos.

- Expertos en diferentes áreas, los cuales conocen el funcionamiento de las áreas o procesos que tiene la empresa.
- Trabajadores, son los usuarios del sistema como tal.

Lo antes mencionado puede ser resumido en la figura 5.

Figura 5

Sistema ERP



Fuente: Adaptado de Guerrero-Luzuriaga et al. (2018)

Entre los beneficios que se pueden presentar en cada una de las áreas Guerrero et al. (2018) menciona:

- Proveedores, mejorar la selección de los mismos, obtener mejores beneficios en calidad y precio del producto.
- Operaciones y logística, logra una mejor gestión del producto y optimizar la relación entre clientes internos y externos de la empresa.
- Finanzas, generar información financiera real y a tiempo para la adecuada toma de decisiones.
- Ventas, mejorar las estrategias de venta.
- Recursos humanos, mejorar las competencias y habilidades de los empleados.
-

De acuerdo a Govea-Souza (2021) las dimensiones que analiza los sistemas ERP se muestran en la tabla 2.

Tabla 2*Dimensiones e indicadores del ERP*

Dimensión	Indicador
Calidad del sistema	Exactitud de datos
	Contenido de datos
	Actualización de la base de datos
	Tiempo de respuesta
Calidad de información	Confiabilidad
	Oportunidad
	Comprensión
	Relevancia
Impacto individual	Desempeño
	Productividad
	Toma de decisiones
	Identificación de problemas
Impacto organizacional	Finanzas
	Cliente
	Procesos
	Crecimiento y aprendizaje

Fuente: Adaptado de Govea-Souza (2021)

2.2.4 Modelos de Cloud en las organizaciones

La computación en nube es un entorno basado en Internet que permite utilizar software, datos y recursos desde cualquier lugar. Es un paradigma moderno que ha evolucionado y es una realidad científica y social. Efectivamente, el concepto de "nube" engloba un conjunto de herramientas tecnológicas que facilitan el provisionamiento de recursos tales como hardware, software, almacenamiento e infraestructuras asociadas a internet. En términos más simplificados, se puede conceptualizar la nube como una computadora virtualizada que posibilita la distribución y compartición de servicios y datos almacenados entre computadoras y otros dispositivos. Existen dos tipos de modelos de nube: los de servicio y los de despliegue. Los primeros se clasifican según la categoría de los servicios en la nube, mientras que los segundos en cómo y quién utiliza los servicios en la nube (Chnar & Subhi, 2021).

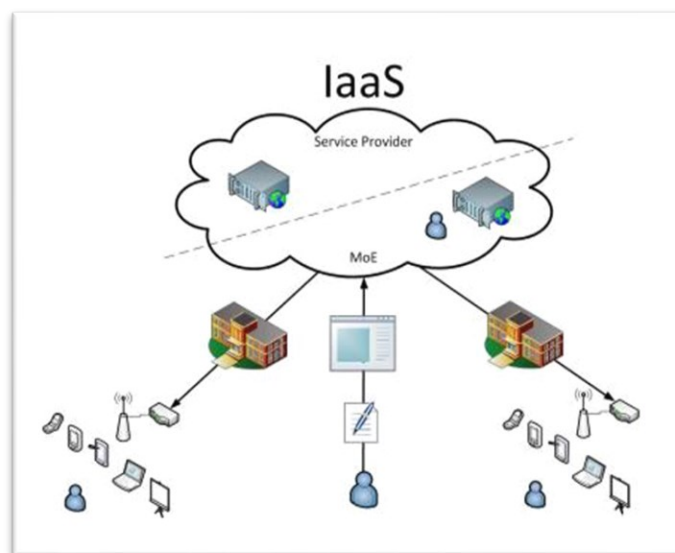
Los beneficios de la computación en la nube permiten a las organizaciones vincularse y hacer

posible las asociaciones a nivel internacional sin construir infraestructuras externas, como servidores, centros de datos y más. Los factores clave para pasar a este modelo de computación son la reducción de costes, la disminución de la utilización, la integridad eficiente de los datos (Chnar & Subhi, 2021). El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) suele clasificar tres tipos de servicios: IaaS (infraestructura como servicio), PaaS (plataforma como servicio) y SaaS (software como servicio).

2.2.6.1 IaaS (infraestructura como servicio)

La infraestructura como servicio tiene como premisa externalizar servicios como espacios en disco, bases de datos y tiempos de procesamiento, sin tener la necesidad de contar con una infraestructura propia. En este sentido, este modelo provee de servicios basados en la virtualización, mediante un pago que se lo realiza a un determinado proveedor, el cual es el encargado de gestión y mantenimiento de los equipos, y en consecuencia generando un gran ahorro para el cliente.

Figura 6
Modelo IaaS



Fuente: Tomado de Acens White Paper (2017).

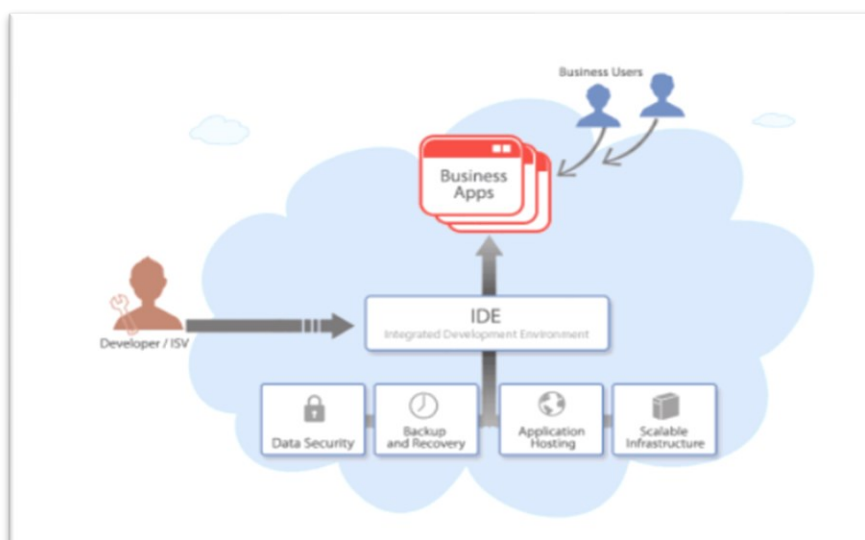
Entre otros beneficios del modelo está el de escalar recursos, lo que ayuda al cliente a dimensionar el recurso acorde a sus necesidades, con altos niveles de seguridad física, por el alto nivel de redundancia que posee (Acens White Paper, 2017). Amazon Elastic Compute

Cloud (EC2), GoGrid y Rackspace Cloud son un ejemplo de venta de IaaS (Chnar & Subhi, 2021).

2.2.6.2 PaaS (Plataforma como servicio)

La Plataforma como Servicio (PaaS, por sus siglas en inglés) ofrece una solución que facilita a los desarrolladores la creación y distribución de aplicaciones o programas en la red, eliminando la necesidad de instalar o gestionar el entorno subyacente de producción. PaaS brinda a los usuarios la capacidad de arrendar servidores virtualizados y recursos relacionados. Aunque el cliente no administra el hardware subyacente de la nube, como servidores, redes y sistemas operativos, sí mantiene el control sobre las aplicaciones y sus configuraciones específicas. Ejemplos contemporáneos de soluciones PaaS incluyen Google Cloud Platform y Microsoft Azure. Las características distintivas de PaaS comprenden: (i) una arquitectura diseñada para múltiples inquilinos, (ii) seguridad con acceso compartido granular, basado en un modelo de permisos, (iii) un flujo de trabajo potente en términos de rendimiento y capacidad del motor, (iv) capacidad de escalabilidad inherente, (v) balanceo de carga y capacidades de failover, (vi) una interfaz de usuario que puede ser personalizada o programada, (vii) opciones ilimitadas para personalización de bases de datos, (viii) una plataforma de integración escalable orientada a servicios, (ix) funcionalidades de autoservicio y autoabastecimiento, y (x) una pila de middleware ya construida (Chnar & Subhi, 2021).

Figura 7
Modelo PaaS



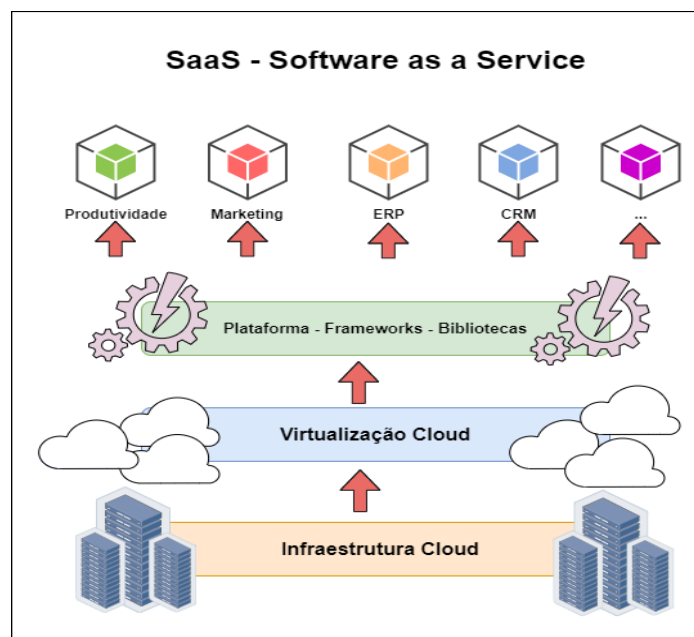
Fuente: Tomado de Acens White Paper (2017).

2.2.6.3 SaaS (Software como servicio)

El Software como Servicio (SaaS, por sus siglas en inglés) alude a la capacidad de acceder y usar aplicaciones proporcionadas por un proveedor que funcionan en una infraestructura de nube. Estas aplicaciones son accesibles principalmente a través de interfaces basadas en la web, como navegadores o interfaces de aplicaciones específicas, desde dispositivos cliente independientes. En la mayoría de los casos, el usuario final no tiene la responsabilidad de administrar ni supervisar la infraestructura subyacente de la nube, que abarca aspectos como la red, servidores, sistemas operativos, almacenamiento y hasta las propias aplicaciones. Por ende, el enfoque principal de SaaS radica en proporcionar una interfaz adecuada para el usuario final. Algunos ejemplos de soluciones SaaS incluyen Google Apps, Deskaway y Wipro w-SaaS. Las características distintivas de SaaS comprenden: (i) disponibilidad constante de aplicaciones para los usuarios, (ii) los proveedores de SaaS usualmente no alojan sus aplicaciones en las instalaciones del cliente, optando en su lugar por subcontratar el hospedaje a terceros, (iii) las aplicaciones son accesibles a través de una interfaz basada en la web. Adicionalmente, el modelo SaaS facilita a los usuarios la adopción de actualizaciones y correcciones de las aplicaciones de manera eficiente y sin complicaciones (Mathlouthi et al., 2019).

Figura 8

Modelo SaaS



Fuente: Tomado de Acens White Paper (2017).

2.2.6.4 Computación en la nube y el OPEX

La evolución de la computación en la nube ha brindado al usuario final la oportunidad de personalizar el uso de Internet según sus necesidades y pagar sólo por los servicios solicitados. Sin embargo, todos los proveedores que prestan servicios a los clientes tienen un centro de datos para alojarlos y gestionarlos. En las redes tradicionales, hay recursos físicos de hardware dedicados a los componentes de computación, red y almacenamiento, que realizan por separado sus respectivas tareas. El aumento de la complejidad de estas redes conlleva un incremento de los costes, por lo que la administración y gestión de estos dispositivos físicos aumenta los gastos de capital (CAPEX) y los gastos operativos (OPEX). Cuanto mayor sea el número de dispositivos físicos, mayor será el CAPEX y el OPEX. Además, el uso de los recursos de la red es muy imprevisible, lo que genera incertidumbre entre los proveedores de servicios (Ananth y Sharma, 2017).

No todas las funciones de la red o los dispositivos de la misma se utilizan las 24 horas del día, por lo que, los dispositivos y funciones pueden gestionarse compartiendo los recursos con otros usuarios, donde la solución es la virtualización de las funciones de red optimizan los recursos y el almacenamiento, permitiendo la implementación de recursos como y cuando sea necesario en una infraestructura de hardware. Las implementaciones de software de la función de red pueden desvincularse de los recursos físicos y la infraestructura, esto permite que le ejecute en un hardware genérico que puede virtualizarse y compartirse entre múltiples sistemas, reduciendo así el CAPEX y el OPEX (Ananth y Sharma, 2017).

2.2.5 Infraestructura Cloud Computing

La infraestructura de Cloud Computing, a veces referida como infraestructura en la nube, guarda similitudes con la infraestructura tradicional on-premise o Data Center. Sin embargo, la diferenciación fundamental radica en que la infraestructura en la nube está plenamente virtualizada para el consumidor y se presenta como un servicio accesible vía conexión a internet. Las modalidades de estos servicios pueden abarcar desde el arrendamiento de servidores y conexiones de red hasta opciones de almacenamiento, ya sea en disco o de objetos (espacios diseñados para resguardar variados formatos de información), entre otras herramientas tecnológicas. Estas herramientas son esenciales para potenciar la agilidad

empresarial y garantizar una alta disponibilidad. Según NIST (2011), Cloud Computing se define como un modelo que posibilita, a solicitud del cliente y a través de la red, el acceso a un pool de recursos compartidos y fácilmente reconfigurables, como pueden ser redes, servidores, espacio de almacenamiento, aplicaciones y otros servicios. Estos recursos se pueden provisionar y liberar con celeridad y eficiencia, siendo gestionados por el proveedor del servicio.

El Cloud Computing tiene como principales características:

- Servicio bajo demanda: Posibilita al cliente ajustar y obtener capacidades informáticas conforme a sus necesidades.
- Acceso a la red: Facilita el acceso a la infraestructura en la nube a través de conexiones a internet.
- Recursos compartidos: Los proveedores de Cloud Computing brindan al usuario recursos provenientes de múltiples centros de datos con un esquema multi-tenant, asignando dinámicamente recursos conforme a las solicitudes del cliente. Estos recursos abarcan almacenamiento, CPU, memoria, conectividad y capacidad de ancho de banda.
- Rápida Elasticidad: Las capacidades pueden ser provisionadas o liberadas con prontitud, ya sea de manera automática o manual, siempre atendiendo a las necesidades del cliente.
- Servicio medible: El costo de los servicios de Cloud Computing se define según la utilización y el tipo de recurso empleado. La utilización de estos recursos puede ser monitorizada, administrada y reportada, garantizando al cliente una visión transparente de los servicios aprovechados.

2.2.6 Definición de términos básicos.

- CAPEX (Capital Expenditure)
Se refiere a las inversiones de capital que una organización realiza en bienes o servicios, con el propósito de potenciar o mantener su operación empresarial. Estévez (2022) postula que el CAPEX alude a las adquisiciones de activos físicos que una entidad realiza con miras a optimizar su rendimiento en el futuro.
- OPEX (Operation Expenditure)
Engloba los gastos operativos que una entidad dedica para la realización de sus actividades cotidianas. Estos desembolsos son constantes a lo largo del ciclo operativo

del negocio. De acuerdo con Estévez (2022), el OPEX se compone de los gastos regulares y convencionales correspondientes al sector industrial en el que la organización desempeña sus funciones.

- Servidor

Aunque puede semejarse a un equipo de cómputo convencional, un servidor se distingue por poseer recursos adicionales. Esto se traduce en una mayor cantidad de procesadores, memoria RAM y capacidad de almacenamiento. Estas características lo capacitan para proporcionar diversos servicios, entre los que se incluyen servicios web, correo electrónico y bases de datos, entre otros.

- Servidor de Archivos

Este tipo de servidor se especializa en ofrecer un espacio para la conservación y distribución de distintas categorías de archivos informáticos a los usuarios vinculados a una red informática determinada.

- Datacenter

Puede definirse como una zona específica del recinto de una entidad, una sala destinada a la informática o, en términos más amplios, como una estructura o establecimiento diseñado específicamente para hospedar y conservar en condiciones óptimas una diversidad de equipos informáticos. Entre estos, se encuentran servidores, switches centrales y sistemas de almacenamiento. Además, se incluyen dispositivos para garantizar un entorno adecuado, tales como sistemas de climatización y sistemas de cableado.

- Infraestructura On-premise

Denota una modalidad de implementación de soluciones de software y hardware efectuada en el interior de la infraestructura corporativa, es decir, dentro del Datacenter de la organización. Según TIC. Portal (2019), se trata del enfoque tradicional en cuanto a aplicaciones empresariales. Bajo este modelo, la entidad instala y gestiona soluciones en sus propios servidores e infraestructura, asumiendo la responsabilidad sobre el manejo del software, así como sobre aspectos relacionados con la seguridad y disponibilidad.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación realizado es de tipo descriptivo. A través de este enfoque, se recopiló información sobre las diferentes características relacionadas con las variables del estudio (Hernández-Sampieri, 2014). En este caso, se enfocó en las características y elementos necesarios para la aplicación de un modelo OPEX con el fin de optimizar los costos y beneficios de la unidad de análisis. Mediante este tipo de estudio, se describirán situaciones específicas relacionadas con el funcionamiento del área de TI de EMAPAST EP.

La investigación descriptiva ha permitido comprender cómo se ha utilizado y adoptado la infraestructura tecnológica en EMAPAST, y cómo estos aspectos, junto con los procesos y factores internos de la entidad, han afectado el rendimiento laboral y la satisfacción del usuario. Para llevar a cabo la investigación descriptiva en el área de TI, se han seguido los siguientes pasos:

- Identificar la problemática que se presenta en el área de TI de EMAPAST EP. Esto implica comprender los elementos que presentan problemas, sus causas y efectos dentro de la organización, en relación con la falta de eficiencia en los costos y gastos asociados a las inversiones en infraestructura de TI.
- Recopilar y seleccionar información y datos relevantes para la investigación. Se han utilizado registros relacionados con las inversiones en infraestructura de TI, los costos y gastos asociados a su operación y mantenimiento. Además, se ha realizado observación de las actividades diarias y conversaciones con el personal para obtener criterios adicionales sobre la realidad de la entidad.
- Realizar un análisis y procesamiento de la información dentro del estudio descriptivo. Esto implica identificar patrones y tendencias que generan problemas en el uso eficiente de la infraestructura. Se utilizan técnicas cuantitativas, como comparaciones de los costos y gastos generados en exceso en el área de TI de EMAPAST EP.
- Interpretar y presentar la información de manera clara y concisa, utilizando tablas y otros elementos para su comprensión. Es importante tener en cuenta que la investigación descriptiva solo proporciona una descripción y comprensión de los

fenómenos examinados, pero no establece relaciones de causalidad ni establece relaciones de causa y efecto.

3.2 Diseño de Investigación

EL diseño de la investigación de acuerdo a Hernández-Sampieri (2014) puede ser: i) experimental lo cual implican la manipulación intencional de una variable independiente y la observación de sus efectos en una variable dependiente. ii) No experimentales, las cuales no involucran la manipulación de variables y se utilizan a menudo para examinar relaciones entre variables en un contexto natural; y, iii) mixtos, que combinan tantos elementos de diseños experimentales y no experimentales.

En base a lo expuesto, el presente trabajo utiliza un diseño de investigación no experimental, que se centra principalmente en la observación del comportamiento de las variables de estudio en su estado actual, es decir, se ha analizado la realidad del área de TI de EMAPAST EP. Dentro del diseño no experimental, se han aplicado los siguientes enfoques:

- **Observación:** La investigadora ha observado el comportamiento de los procesos y variables de estudio sin intervenir en ninguna de las actividades o tareas del área de TI. La observación se realizó de forma natural y controlada, enfocándose en actividades relacionadas con el uso y mantenimiento de las impresoras, el uso de los sistemas informáticos y los servidores a cargo del área.
- **Enfoque transversal:** El diseño también se basa en un enfoque transversal, lo que significa que la unidad de análisis fue estudiada en un momento específico en el tiempo. En este caso, se analiza el rendimiento del área de TI durante el último semestre de 2021, sin realizar comparaciones con periodos anteriores. Por lo tanto, los análisis y conclusiones se basan únicamente en la observación de la infraestructura utilizada por EMAPAST EP para determinar si su uso es eficiente o no.

3.3 Unidades de Estudio

La unidad de análisis corresponde al área de TI de EMAPAST EP, la cual, está adscrita dentro del organigrama de la empresa al Dirección Administrativa y Financiera de la entidad.

3.3.1 Población

La población total fue todo el personal que labora en EMAPAST EP, los cuales, se encuentra en contacto directo o indirecto con los diversos equipos, tales como infraestructura, servidores, computadoras, impresoras, entre otros. En total son 36 funcionarios distribuidos en:

- Edificio central
- Planta de tratamiento de agua potable San Vicente
- Planta de tratamiento de agua potable Palestina
- Planta de tratamiento de agua potable El Rosal

3.3.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por el personal que trabaja en el área de TI de la EMAPAST EP:

- 1 analista de tecnologías de información comunicación.
- 2 asistentes de tecnologías de información y comunicación.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La etapa de recolección de datos implicó elaborar un plan detallado de todas las actividades que conducen a recopilar la información específica. De acuerdo a Hernández-Sampieri (2014) esta debe incluir:

- Las fuentes primarias y secundarias de donde se obtiene la información.
- Donde se encuentran localizadas dichas fuentes
- Cuáles son los medios para recolectar los datos
- Como se van preparar los datos para su análisis.

En función de lo expuesto, para dar respuesta a los objetivos del estudio se aplicarán las siguientes actividades específicas en la EMAPAST EP.

- Recopilar datos sobre las inversiones en la que ha incurrido la entidad en temas de TI, con lo cual se desarrollara un portafolio de CAPEX o de proyectos.

- Realizar un inventario de todos los activos tecnológicos de la EMAPAST EP que son gestionados por el área de TI.
- Cuantificar el valor contable y de mercado de todos los activos de TI que tiene la EMAPAST.
- Recopilar los estándares y guías de buenas prácticas de uso de los activos tecnológicos.
- Identificar información sobre los costos operativos actuales, las metas de corto, mediano y largo plazo
- Monitorear parámetro de rendimiento y uso de la infraestructura de TI, lo cual, permitirá cuantificar los OPEX.
- Comparar el cumplimiento de los acuerdos de servicio, entre las diferentes actividades de la organización en relación al control de la infraestructura de TI.
- Mediante entrevistas recopilar el criterio del personal involucrado directamente en el área de TI de la EMAPAST EP para evaluar el desempeño de la organización en relación a su CAPEX y OPEX.
- Analizar los procesos y tareas en la administración y gestión de la infraestructura tecnológica para lograr mayor especificidad en la cuantificación de los gastos operativos infraestructura de TI de la organización.
- Recopilar información financiera para cuantificar los costos y gastos asociados al manejo de la infraestructura de TI.

3.5 Técnica de Análisis de Datos

Entre las diferentes técnicas que se van a utilizar para analizar los datos están las siguientes:

- Identifica todos los costos operativos relacionados con la TI. Esto puede incluir costos de mantenimiento de hardware y software, costos de energía y de alquiler de espacio, salarios de personal de TI, costos de formación, etc.
- Clasificar los costos y gastos operativos por categorías tales como: mantenimiento de hardware, software, energía, alquiler o uso de espacios físicos, salarios del personal de TI, costos de tratamiento de la información. Esto permitirá tener una visión clara de hacia dónde se están yendo los recursos, y así identificar los procesos donde se pueden optimizar los costos y gastos.
- En lo posible también se han clasificado los datos de OPEX según quién es el responsable de los costos, sea el departamento de TI, proveedores externos, etc.

- De ser el caso se clasificar los datos de OPEX según el período de tiempo en el que se incurren, por ejemplo, semanal, mensual, anual.
- También se han clasificado los datos de OPEX según la importancia o el impacto de cada costo en la organización.
- Se van a utilizar técnicas de análisis costo-beneficio y así comprender cómo los costos operativos afectan al desempeño de la organización, comparándolos con otras opciones que también pueden ayudar al cumplimiento de los objetivos de la empresa.
- En lo posible se cuantificarán los costos operativos futuros, en la EMAPAST EP para así, tomar decisiones informadas sobre cómo gestionar y a planificar las acciones relacionadas con inversiones CAPEX y la administración de los OPEX.

La información recopilada será mostrada tanto en tablas como en gráficas, las cuales permitirán evidenciar como se ha venido manejando el área de TI de la EMAPAST EP. Con los datos consolidados se realizó un análisis descriptivo en función de distintas situaciones que pueden afectar la dinámica del uso eficiente de los recursos y sobre estos realizar propuestas para minimizar el OPEX y CAPEX de la entidad de análisis.

3.6 Operacionalización de Variables

Tabla 3

Operacionalización de Variables

Variable	Definiciones	Dimensiones	Indicador	Tipo de variable	
Variable dependiente: Análisis de costos y beneficios	Permite analizar las necesidades y limitaciones de una organización. Por lo ayuda a determinar si una determinada inversión genera o no beneficios.	Beneficios	Ingresos	Cuantitativa	
			Presupuesto	Cuantitativa	
			Productividad	Cuantitativa	
		Costos	Costos directos	Cuantitativa	
			Costos indirectos	Cuantitativa	
			Costos fijos	Cuantitativa	
			Costos variables	Cuantitativa	
			CAPEX	Proyecto	Cualitativa

Variable Independiente: Modelo OPEX	Es la optimización de los todos aquellos costos y gastos de operación de una organización.	OPEX	Inversiones de capital	Cuantitativa
			Tiempo de recuperación	Cuantitativa
			Retorno de inversión	Cuantitativa
			Gastos de administración	Cuantitativa
			Mantenimiento de infraestructura	Cuantitativa
			Depreciación de infraestructura	Cuantitativa
			Seguros de infraestructura	Cualitativa
			Servicios externos	Cualitativa

Fuente: Desarrollado por la Autora

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En el presente capítulo se efectúa un examen de los datos recolectados en EMAPAST EP para evaluar la factibilidad de adoptar un modelo OPEX, como estrategia para la optimización de recursos y la reducción de gastos operativos. El análisis va más allá del ámbito financiero e incluye una mejora del desempeño de los empleados, permitiéndoles centrarse en tareas intrínsecas a sus roles profesionales. Dicho análisis se ha estructurado tomando en cuenta los objetivos a corto, mediano y largo plazo que la entidad planea implementar para potenciar la eficiencia de sus operaciones.

4.1 Estado actual de los servicios de impresión, fotocopiado en la EMAPAST EP.

Como se mencionó en la problemática se ha evidenciado la necesidad de intervenir en las inversiones CAPEX: impresoras, copiadoras y escáner de la EMAPAST EP. A continuación, en la tabla 4 se muestra el estado actual de los equipos relacionados con esta actividad y el valor de las inversiones para mantenerlos operativos por un año más, o una nueva compra de los mismos.

Tabla 4

Infraestructura de impresoras y copiadores EMAPAST EP.

Equipo	Lugar de Trabajo	Fecha de Adquisición	Vida Útil	Saldo x Depreciar	Actividades de Mantenimiento Correctivo	Inversión Reparación		Valor nuevo
						Parcial	Total	
HP LaserJet M402dne	Atención al cliente	2016	5 años	0	Cambio total		0	600,00
					Kit adf b5l52a	85		
HP Color LaserJet MFP M577	Gerencia	20/9/2016	5 años	0	Banda de transferencia	385	470	3.147,00
					Kit b5l37a			
HP LaserJet MFP M630	Comercial	2016	5 años	0	Kit adf-l2718a	120	120	3.147,00
					Kit de fusor	380		
HP LaserJet MFP M630	Financiero	20/9/2016	5 años	0	Mantenimiento correctivo		405	3.147,00
						25		

HP LaserJet MFP M630	Talento humano	20/9/2016	5 años	0	110v-b3m77a, 220v-b3m78a L2718a Kit adf-l2725-60002			3.147,00	
HP LaserJet MFP M630	Diom	8/5/2016	5 años	0	Kit adf-l2725-60002			3.147,00	
Lexmark CX622ade	Comercial	20/11/2018						960,00	
Lexmark CX622ade	Diom	20/11/2018	5 años	-107,69	Fuente de poder lvps Mantenimiento correctivo Tarjeta principal	472 25 420	497	960,00	
RICOH MP 501-BODEGA	Financiero	22/10/2018	5 años	-80,15	Pad de bandeja 1 Fusor ricoh Mantenimiento correctivo	35 535 35	1025	720,00	
Total								2.517,00	18.975,00

Fuente: Investigación de campo en EMAPAST EP

En la tabla anterior se puede observar que la mayoría de los equipos relacionados con impresión y fotocopiado han alcanzado o están por alcanzar el final de su vida útil. Esto implica que muchos de ellos requieren de repuestos y mantenimientos más exhaustivos, e incluso algunos necesitan ser reemplazados. Considerando que las reparaciones solo podrían extender el funcionamiento de las máquinas por uno o dos años más, se ha realizado una cotización para su reemplazo completo, con un costo de \$18.975 USD.

Por otro lado, los mayores gastos asociados a la impresión y copiado se encuentran en el consumo de papel y los insumos como el tóner de tinta. En la tabla 5 se muestra el costo del papel y el valor aproximado de cada impresión en blanco y negro y a color, en función del tipo de impresora. Además, se ha tomado como referencia el número de impresiones realizadas en el año 2022 en EMAPAST EP ascendió a 179.500 hojas, lo cual equivale a un 3.46% de incremento en relación al 2021, donde se tuvieron un total de 173.500 hojas impresas. Así también, se debe tomar en cuenta que en promedio el 70% fue realizado en blanco y negro y el 30% restante a color.

Tabla 5*Costos actuales de impresiones en EMAPAST EP*

	Porcentaje de utilización	Costo de hojas	Costo de tóner por impresión BN	Costo de tóner por impresión color	N. hojas	Precio hojas	Precio Blanco y negro (70%)	Precio color (30%)	Valor total
HP LaserJet M402dne	5%	0,0049	0,022	0,09	8975	43,62	138,22	242,33	424,16
HP Color LaserJet MFP M577	15%	0,0049	0,0220	0,09	26925	130,86	413,70	726,98	1.271,53
HP LaserJet MFP M630	15%	0,0049	0,0183	0,09	26925	130,86	344,91	726,98	1.202,74
HP LaserJet MFP M630	15%	0,0049	0,0183	0,09	26925	130,86	344,91	726,98	1.202,74
HP LaserJet MFP M630	15%	0,0049	0,0183	0,09	26925	130,86	344,91	726,98	1.202,74
HP LaserJet MFP M630	15%	0,0049	0,0183	0,09	26925	130,86	344,91	726,98	1.202,74
Lexmark CX622ade	5%	0,0049	0,013	0,09	8975	43,62	81,67	242,33	367,62
Lexmark CX622ade	5%	0,0049	0,013	0,09	8975	43,62	81,67	242,33	367,62
RICOH MP 501-BODEGA	10%	0,0049	0,0183	0,09	17950	87,24	229,94	484,65	801,83
Total	100%			Total	179500	872,37	2.324,84	4.846,50	8.043,71

Fuente: Investigación de campo en EMAPAST EP

El gasto total de impresiones y copias en el año 2022 ascendió a un total de 8.403,71 USD, con un total de hojas de 179.500 (70% B/N y 30% color). Es importante tener en cuenta que en varias ocasiones la impresora ha estado inactiva debido a mantenimiento o cambios de tóner, los cuales no han sido programados y se han realizado según las necesidades del momento.

A continuación, en la tabla 6 se presenta una proyección de todos los costos y gastos asociados a una nueva inversión (CAPEX) en impresoras. Se considera un rubro anual para el mantenimiento y se amortiza la inversión a lo largo de los cinco años de vida útil estimada. En cuanto al consumo de impresiones, se ha tomado como referencia un crecimiento del 3.4%, que corresponde al aumento observado entre 2021 y 2022, como se mencionó en un análisis

previo. Para el cálculo de los costos anuales también se ha considerado como gastos a la infraestructura de impresoras y copiadoras, la cual, está realizada a 5 años (18.975 USD / 5 años = 3.795 USD).

Tabla 6

Costos actuales de impresiones en EMAPAST EP

Año	Mantenimiento anual 3%	Amortización inversión	Total impresiones	Total anual
2022	569,25	3.795,00	8.043,71	12.407,96
2023	588,60	3.795,00	8.317,20	12.700,80
2024	608,62	3.795,00	8.599,98	13.003,60
2025	629,31	3.795,00	8.892,38	13.316,69
2026	650,71	3.795,00	9.194,72	13.640,43
2027	672,83	3.795,00	9.507,34	13.975,17

Fuente: Investigación de campo en EMAPAST EP

4.2 Estado actual de los equipos y materiales tecnológicos

De acuerdo a la visita y observación de campo realizada a las dependencias de la EMAPAST S.A. y habiendo conversado y entrevistado con los responsables de TI, sobre el estado actual de los equipos informáticos, se pueden evidenciar los siguientes problemas en los siguientes equipos:

Tabla 7

Diagnósticos de los equipos de EMAPAST EP

Elemento	Problema	Diagnostico Reemplazo/Reparación
Teléfonos gxp1625 (POE)	No se encienden o no funcionan los botones	Problema en la placa o en la alimentación
Adaptadores de corriente para teléfono GRANDSTREAM modelo: GXP1625	No suministra energía al teléfono o produce fallos de alimentación	Falla en los componentes internos o problemas de conexión
Adaptadores de corriente para biométrico biot rack	No suministra energía al biométrico o produce fallos de alimentación	Falla en los componentes internos o problemas de conexión
Fuente de poder para PC Modelo: ATX-800 Watt-12V	No enciende el PC o suministra energía insuficiente	Fallas internas en la fuente de poder
Fuente de poder para PC Modelo: ATX-850 Watt-12V	No enciende el PC o suministra energía insuficiente	Fallas internas en la fuente de poder
Fuente de poder para PC Modelo: ATX-750 Watt-12V	No enciende el PC o suministra energía insuficiente.	Fallas internas en la fuente de poder
Tp-link Router Wireless Ac 1350mbps (archer C58hp)	Conexión intermitente o señal débil	Falla en el hardware o configuración incorrecta

Teclados KB-110X USB BLACK SP	Teclas que no funcionan correctamente o están atascadas	Problemas en los interruptores de las teclas o daños físicos
Teclado Logitech K230 Inalámbrico Compacto Unifying Original	No se conecta al dispositivo o las teclas no responden	Problemas en la conexión inalámbrica o fallas en los interruptores
Dvd Writer Rw Quemador Lector De Dvd Cd Externo Usb 3.0- LG GP57EB40	No lee o quema discos correctamente	Falla en el mecanismo de lectura/escritura o problemas de conexión
Computadores Intel Core I7-1165G7-3.0 Ghz 11va Generación, 1tb+256sd 16gb Gtx1650	No arranca o se reinicia constantemente	Fallas en la placa madre, la fuente de poder o los componentes internos
Pantallas / Monitores	No se encienden, tienen píxeles muertos o problemas de visualización	Fallas en la conexión, los componentes internos o daños físicos
Cooler-ventilador para placa	No gira o hace mucho ruido	Fallas en el motor o acumulación de polvo
Mouse ergonómico vertical inalámbrico	No responde al movimiento o botones	Problemas de conexión o fallas en los sensores
Mouse ergonómico vertical 506	No responde al movimiento o botones	Problemas de conexión o fallas en los sensores
Adaptador Usb A Rj45 Tp-link Ue330 Mas Hub De 3 Puertos 3.0	No se reconoce o no funciona el adaptador	Falla en el hardware o problemas de compatibilidad
Disco duro externo Adata HD710 Pro AHD710P-2TU31 1TB	No se detecta, genera errores o transferencias lentas	Problemas en los componentes internos o daños físicos
Flash Memory Metálica Original De 32gb	No se detecta o no se pueden leer/escribir los datos	Daños en el conector USB o fallas en los chips de memoria
Disco duro interno sólido de 256 GB	No se detecta, genera errores o transferencias lentas	Problemas en los componentes internos o fallas en la conexión
Switch Kvm De 4 Puertos Usb Anera + 4 Cables Vga De 1.5 Mts.	No cambia entre las computadoras o no hay señal en los monitores	Fallas en los interruptores o problemas de conexión
Audífonos con micrófono incorporado H390 negro	No se escucha el sonido o el micrófono no funciona correctamente	Problemas en los controladores de audio o fallas en el micrófono
Cable Hdmi V2.0 4k De 1 M Delta	No hay señal de video o imagen distorsionada	Problemas en los contactos del cable o fallas en la conexión
Batería interna de reemplazo para el modelo (APC Back-UPS BE550G-LM de 550VA)	No mantiene la carga o no permite encender el UPS	Agotamiento de la vida útil de la batería o fallas en los circuitos internos
Disco Duro para Video Vigilancia	No se detecta, genera errores o transferencias lentas	Problemas en los componentes internos o daños físicos
Cubierta para Lluvia para cámaras Domo	No protege de la lluvia o deja pasar la humedad	Daños en el material o diseño inadecuado
Fuentes cámara	No suministran energía a las cámaras o producen fallos	Fallas en los componentes internos o problemas de conexión
Balun de video pasivo	Mala calidad de la señal de video o falta de imagen	Fallas en la conexión o daños en los componentes
Clonador Lector De Disco Duro Ssd Wavlink Usb 3.0 To Sata	No detecta los discos duros o genera errores de transferencia	Fallas en los controladores o problemas de compatibilidad
Brazo para poste	No se puede montar de manera segura o ajustarse correctamente	Problemas en el mecanismo de ajuste o daños en el brazo

UPS APC EASY SRV3KRA DE 3000VA 3KVA 2400W 6 TOMAS CON LCD 120V RACKEABLE	No enciende o no suministra energía a los dispositivos conectados	Fallas internas en los componentes del UPS o problemas en la alimentación
Impresora Epson TM-T88V Impresora térmica	No imprime o imprime con calidad deficiente	Problemas en los cabezales, el mecanismo de impresión o los controladores

Fuente: Investigación de campo y proporcionada por el área de TI de la EMAPAST EP

Como se puede evidenciar, todos los equipos han sufrido el desgaste y obsolescencia con el paso de los años, mientras más uso menor es el nivel de seguridad, desempeño y actualización, además de una inevitable incompatibilidad con nuevos programas y tecnologías. La actualización periódica de los dispositivos informáticos se justifica por dos imperativos fundamentales: alcanzar una mayor competencia y prevenir potenciales inconvenientes. En este contexto:

Las inversiones en tecnología se diseñarán en consonancia con los propósitos institucionales, criterios de excelencia en el servicio, carteras de proyectos y servicios. Estas deberán estar contempladas en el plan anual de adquisiciones ratificado por la entidad. En situaciones excepcionales, dichas adquisiciones solo se realizarán con la venia de la máxima autoridad tras presentar una debida justificación técnica documentada (Adquisiciones de infraestructura tecnológica-Normas de control interno Contraloría General del Estado).

4.3 Situación actual de los servidores

Actualmente EMAPAST-EP mantiene 2 servidores con un sistema de seguridad y resguardo de información mínimo, actualmente se lo elabora de forma manual y almacena dentro del servidor haciendo que el riesgo de un ataque y/o pérdida de información sea alto. En los servidores están operando los siguientes sistemas:

- Sistema Financiero Yupak: módulos de gestión de activos fijos, gestión de inventarios, roles de pagos, contabilidad-presupuesto- tesorería.
- Sistema Contable SIIM: administración general, agua y alcantarillado, auditoria, banco de desarrollo, catastro rural y urbano, certificaciones, cliente, coactiva, comisaria, convenio de pagos, depuradores contribuyentes, facturación, formularios, mejoras, Notas de crédito, recaudación, reporte y trámites.

Hace aproximadamente 2 años, se experimentó un incidente en uno de los servidores

institucionales debido a ataques de virus, lo que resultó en la pérdida de conexión y parte de la información relacionada con roles de pago y datos contables. Esto provocó una interrupción en los procesos de aproximadamente 3 días, impactando directamente en el área Financiera-Proveedores de la organización.

A continuación, se presentan los costos y gastos operativos (OPEX) generados por los servidores de la EMAPAST. En primer lugar, se cuantificarán los costos asociados a los equipos, considerando su depreciación o pérdida de valor anual. Se supone que estos servidores aún se encuentran dentro de su vida útil estimada. Además, se han tenido en cuenta otros elementos de hardware para calcular los costos asociados.

Tabla 8

Costos asociados al uso de los servidores EMAPAST EP

Ítem	Numero	Características	Valor de compra	Tiempo de vida	Costo anual	Costo mensual
Servidor HP Proliant ML350 G6	2	Procesador 2,93 Ghz; Ram 144Ghz	2.398,00	6,00	799,33	66,61
Synology 6 bay NAS DiskStation DS1621xs+ (Diskless)	2	10GbE and optional high-speed NIC for over 3,100 MB/s sequential read performance Built-in M.2 2280 NVMe SSD	1.599,00	6,00	533,00	44,42
Hardware de red	1	TP-Link 8 Port Gigabit Switch Easy Smart	30	6,00	5,00	0,42
	1	TP-LINK Balance de carga Router de banda ancha (TL-R480T +)	86	6,00	14,33	1,19
	1	TP-Link 10GB PCIe Network Card (TX401)-PCIe to 10 Gigabit Ethernet Network Adapter	100	6,00	16,67	1,39
Hardware de energía y enfriamiento	1	APC UPS 1500 VA UPS Batería de reserva y protector de sobretensión- 120 V	160	6,00	26,67	2,22
	1	Aire acondicionado	500	6,00	83,33	6,94
TOTAL			4.873,00	TOTAL	1.478,33	123,19

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

En relación a los costos de operación de los servidores, a continuación, la tabla 9 muestra los ítems relacionados con el personal de mantenimiento y de soporte técnico.

Tabla 9

Gastos de operación de servidores EMAPAST EP

Ítem	N.	Característica	Costo por hora	N. horas por mes	Costo mensual	Costo anual
Personal de configuración,	1	Experto en TI y redes	20,00	4,00	80,00	960,00
manejo, mantenimiento	1	Asistente TI	20,00	4,00	80,00	960,00
Soporte técnico	1	Especialista en soporte general	20,00	Tiempo completo	450,00	5.400,00
Total					610,00	7.320,00

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

Es importan considerar los costos de licencias de software para el OPEX de los servidores, a continuación, en la tabla 10 se muestran los valores respectivos. Es importante mencionar, que los costos asociados a las licencias de los sistemas específicos usados por la entidad, no se han considerado el valor de licencias, ya que, estas son de uso de todo el sector público.

Tabla 10

Gastos de software de servidores EMAPAST EP

Ítem	N.	Característica	Costo anual	Costo mensual
Sistema operativo	2	Licencia Microsoft Windows Server	880,00	73,33
	1	Licencia Sistema Yupak	NA	NA
	1	Licencia Sistema SIIM	NA	NA
	2	Licencia ESET Smart Security	60,00	5,00
Administrador de base de datos	2	MySQL Serve (Licencia GPL)	NA	NA
Total			940,00	78,33

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

También se han tomado en cuenta costos y gastos adicionales, relacionados con el servicio de internet. Como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Gastos adicionales de servidores EMAPAST EP

Ítem	N.	Característica	Costo mensual	Costo mensual
Servicio de internet	1	Internet banda ancha de 150 Mbps	25,00	300,00
Servicio de internet servidor	1	Internet dedicado corporativo	80,00	960,00
Total			105,00	1.260,00

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

A continuación, se presenta una tabla resumen de los costos y gastos asociados a los servidores en al EMAPAST EP.

Tabla 12

Costos y gastos totales servidores EMAPAST EP

Ítem	Total mensual	Total anual
Hardware	123,19	1.478,33
Gasto de operación	610,00	7.320,00
Costo de Software	78,33	940,00
Gastos adicionales	105,00	1.260,00
Total	916,53	10.998,33

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

Como se observa mensualmente, los gastos de operación de los servidores es 916.53 USD mensuales, que equivalen a 10.998,33 USD anuales, lo cual, representa una salida de efectivo alta, considerando los problemas y los riesgos a los cuales se ha enfrentado en los últimos años, y que pueden afectar en un futuro las operaciones de la entidad. Por lo que, este gasto no justifica las condiciones actuales de operación, y, por lo tanto, los servicios de virtualización podrían convertirse en una alternativa para mejorar la eficiencia de las operaciones y minimizar el riesgo de pérdida o filtración de la información.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

5.1 Introducción a la propuesta de modelo OPEX

La adopción de un modelo OPEX para optimizar los servicios de la entidad de estudio se fundamenta en las nuevas tecnologías, como el Cloud Computing y la externalización de los servicios de mantenimiento y operación de los recursos de TI. Estas tecnologías permiten automatizar muchas de las tareas de mantenimiento que actualmente se realizan de forma manual en el área de TI de la EMAPAST. Como se ha mencionado en el marco teórico, la tendencia es reemplazar los componentes CAPEX de la infraestructura de TI por un modelo OPEX, lo cual resultará en ahorro de costos directos y mejoras en la productividad e innovación.

La propuesta se enfoca en maximizar la productividad y reducir los costos y gastos mediante la conversión de CAPEX a OPEX. Esto implica adquirir servicios de TI en lugar de realizar inversiones y asumir el riesgo asociado al CAPEX. Si bien la externalización es la forma más efectiva de lograrlo, también conlleva costos relevantes independientemente de la propiedad y custodia de los equipos e infraestructura. Por lo tanto, es importante evaluar diferentes soluciones de subcontratación, incluyendo el Cloud Computing y el outsourcing en la prestación de servicios.

La propuesta se centrará en el pago por uso de servicios para mejorar la prestación de los servicios del área de TI y minimizar los costos y gastos, de manera que se ajusten al presupuesto público asignado. Se evaluará específicamente el uso del Cloud Computing para el área de TI de la EMAPAST EP. Esto no solo implica externalizar servicios, sino también establecer procesos internos eficientes y buenas prácticas para mejorar el servicio ofrecido a los usuarios, que en este caso corresponde a la población en general.

En lo que respecta al outsourcing de servicios como impresoras, equipos de computación y personal de apoyo, su adopción permite optimizar el modelo OPEX al reducir tanto los costos directos como los indirectos, brindando una mayor flexibilidad al presupuesto y mejorando la calidad de los servicios. No obstante, uno de los aspectos críticos radica en la selección cuidadosa de los proveedores, así como en la implementación de procesos de evaluación continua, con el fin de garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos y

contribuir a la minimización del OPEX de la entidad.

5.2 Objetivos de la propuesta

La presente propuesta tendrá los siguientes objetivos para la EMAPAST EP:

- Reducir los costos de mantenimiento y administración de la infraestructura física del área de TI de la entidad.
- Asegurar la integridad de los datos y la continuidad de las operaciones ante fallas en el sistema debidas a factores externos o internos a la organización.
- Contar con sistemas eficientes de seguridad y privacidad de la información que se va encontrar almacenada en la nube.
- Mejorar la colaboración y accesibilidad a la información a nivel de todas las entidades que trabajan en conjunto con EMAPAST EP.
- Optimizar la gestión de la impresión y reducir los gastos en consumibles.

5.3 Propuesta de Cloud Computing

La propuesta de cambios de infraestructura TI física para Cloud Computing (IaaS y SaaS) en EMAPAST EP, buscar adaptar a la entidad a las nuevas tecnologías que manejan sus recursos tecnológicos y datos. Por lo que, al adoptar el modelo se podrá mejorar la disponibilidad, escalabilidad y seguridad de los servicios TI, reduciendo los costos y gastos (OPEX) y mejorando la eficiencia de los servicios.

5.3.1 Solución de infraestructura como servicio IaaS

La propuesta para migrar la infraestructura física de EMAPAST EP a una solución de Infraestructura como Servicio (IaaS), permitirá que los recursos informáticos, como servidores, almacenamiento y redes, se entregan como un servicio en línea, lo que permite a la entidad acceder a la capacidad de cómputo que necesitan cuando la necesitan, sin tener que invertir en activos físicos costosos. Esto ayudará a la organización a reducir sus costos, y mejorar la eficiencia y flexibilidad de sus servicios, algo fundamental en el sector público donde los recursos son limitados.

La solución IaaS ofrecerá mayor seguridad y una mayor escalabilidad, lo que garantizará la protección de los datos sensibles y estar preparada para manejar cambios en la demanda. La migración a IaaS también permitirá a su empresa implementar soluciones innovadoras, y estará preparada en un futuro para la migración hacia SaaS, donde se podrán hacer uso de aplicaciones de inteligencia artificial y el aprendizaje automático, y mejorar el rendimiento de la EMAPAST:

Los principales requisitos que se deben cumplir para realizar la migración son:

- Evaluación de las necesidades de la EMAPAST EP y los objetivos que desea lograr con la migración a IaaS.
- Planificación de la migración, desarrollar un plan detallado que incluya el tiempo de inactividad mínimo, la seguridad de los datos y la continuidad del negocio.
- Implementación, que implica la migración de la información la cual debe contar con la ayuda del personal técnico y capacitado del proveedor del servicio
- Soporte post-implementación, la cual, debe ser continuo para asegurar que la entidad siempre esté operativa.

EMAPAST EP, al ser una empresa que dota de los servicios de agua potable y alcantarillado, hace uso de dos sistemas que permiten dar la atención oportuna y ágil al usuario final, en este caso los sistemas Financiero “Yupak” y Comercial “SIIM”, por tal razón requiere que la información que almacena cada uno de estos sistemas tenga un copia de seguridad completa como medida de prevención en caso de algún fallo en el sistema o algún incidente como incendios, sobre carga de energía eléctrica, virus, entre otras, que dañe alguno de los servidores y con ello se pierda la información valiosa de cada uno de los usuarios, proveedores, bienes, servicios, pagos, cartera.

Por lo expuesto es necesario se realice la adquisición de los equipos, herramientas y servicios necesarios para realizar una virtualización de dichos servidores y con ello realizar las copias de seguridad a un nivel avanzado y automático ya que, hasta al momento se lo ha venido realizando de forma manual y solo hacia la base de datos. Esto con la finalidad de no ocasionar inconvenientes o paralizaciones de las actividades de dotar de servicios básicos de agua potable y alcantarillado a la ciudadanía.

EMAPAST- EP, requiere los siguientes bienes y servicios (Es importante recalcar que los equipos deben ser originales) para la implementación del método de virtualización y copias de seguridad automáticas.

Tabla 13

Propuesta y requerimientos de virtualización servidores EMAPAST EP

Características	Descripción	Cant.	Precio Referencial unitario	Total Sin IVA
Mantenimiento De software Servidor de alto Rendimiento Horario Extendido	1. Revisión del visor de sucesos. 2. Actualización de Firmwares 3. Arrancar el sistema y monitorear el comportamiento de los elementos tanto de hardware como de software 4. Ejecutar diagnóstico de alto nivel con la máquina on line. 5. Revisión de los archivos de Log de los errores del sistema. 6. Afinamiento o Tuning del servidor 7. Mantenimiento Correctivo de fallas detectadas.	2	300,00	600,00
Mantenimiento De hardware Servidor de alto Rendimiento Horario Extendido	1. Chequeo de cables de comunicación 2. Revisión Conexión Eléctrica y Fuentes de poder 3. Verificación del funcionamiento físico del servidor y sus periféricos. Comprende básicamente las siguientes actividades: a. Limpieza y revisión del hardware externa/interna b. Lubricación de partes móviles c. Revisión y estado de los componentes del servidor. d. Revisión y estado del hardware operativo del servidor principales (inventario) e. Revisión de conexiones eléctricas /UPS del servidor. f. Informe con conclusiones y recomendaciones	2	400,00	800,00

Configuración De ILO gestión Unificada	Configuración de herramienta de gestión para servidores HPe Gestión de servidores remoto Administración de perfiles Gestión y lecturas de información de Servidor.	2	100,00	200,00
Implementación de infraestructura	Instalación y configuración Hypervisor	2	1200,00	2400,00
Virtual vmware vsphere esxi constumizado • 8 horas de Entrenamiento a Personal de tics	VMWARE ESXI 5.5 – 6.0 superior CONSTUMIZATION FOR HPe - IBM – DELL Conversión de Máquinas Físicas (MF) a Máquinas Virtuales (MV) Migración a Hypervisor ESXi 5,5 - 6.0 o superior	NA	NA	NA
Configuración De sistema de Copias de Seguridad veeam Backup & Replication Community Edition v11 • 4 Horas de Entrenamiento a Personal de tics	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de Veeam Backup & Replication Comunnity Edition V11 • Procedimientos de Protección de Copias de Seguridad. • Copias de Seguridad • Reportes de Copias de Seguridad • Programación de Copias de Seguridad • Repositorios para copias de Seguridad • Restauración de Copias de seguridad 	1	1200,00	1200,00
Total Referencial Del Servicio De Virtualización				5200,00

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

Tabla 14

Equipos de almacenamiento de virtualización servidores EMAPAST EP

Características	Cant.	Precio unitario	Total sin IVA
Synology 8 Bay DiskStation DS1821+ (sin disco), 8 bahías; 4 Gb ddr4	1	2.238,00	2.238,00
Disco duro western digital red 12tb Nas plus	4	907,00	3.628,00
Total referencial del equipo de almacenamiento			5.866,00

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

El objetivo consiste en implementar respaldos automáticos periódicos utilizando la solución

Veeam en un servidor y un Sistema de Almacenamiento Conectado a la Red (NAS) que conserve dicha data. La técnica preeminente para esta tarea es la virtualización, dado que a través de ella se garantiza una restauración rápida y segura de los datos. Dicha estrategia es fácilmente programable para efectuar respaldos de manera regular y mantenerlos en ubicaciones remotas, asegurando una recuperación veloz y accesible en eventos de contingencias.

Veeam, por su parte, es un software diseñado para efectuar copias de seguridad en entornos virtuales tales como VMware y Microsoft Hyper-V. Su principal función radica en salvaguardar la información de las máquinas virtuales, ofreciendo simultáneamente opciones de restauración rápidas, flexibles y confiables de datos y aplicaciones virtualizadas. VMware es una solución que habilita la virtualización de servidores, permitiendo emular componentes a los que, bajo circunstancias normales, no se tiene acceso directo. Las ventajas proyectadas con esta nueva propuesta son:

- Optimización de la disponibilidad del sistema (uptime).
- Perfeccionamiento de las estrategias de respaldo.
- Maximización del uso de los recursos hardware existentes.
- Optimización en el consumo energético.
- Reducción de costos operativos.
- Desarrollo de ambientes de prueba eficientes.
- Promoción del aislamiento y fortalecimiento de la seguridad.
- Posibilidad de clonar y migrar sistemas en tiempo real.
- Conservación del espacio físico en el Centro de Procesamiento de Datos.
- Centralización en la gestión de todas las máquinas virtuales.

Con relación al ahorro generado a continuación se muestra la reducción de gastos que se tendría:

Tabla 15

Equipos de almacenamiento de virtualización servidores EMAPAST EP

Ítem	Actual (anual)
Costo actual Servidores	10.998,33
Costo virtualización (Sin tomar en cuenta equipos de almacenamiento)	5.200,00
Ahorro	5.798,33
Ahorro porcentual	53%

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

5.3.2 Actividades para la migración hacia un modelo SaaS

El objetivo posterior es complementar el proceso de Infraestructura como Servicio (IaaS) a un modelo de Software como Servicio (SaaS), el cual, requiere de varios aspectos a considerar como se mencionan a continuación:

- Evaluación de la infraestructura actual, lo que incluye la identificación de los servicios y aplicaciones actualmente ejecutados en IaaS, así como la evaluación de los requisitos de seguridad, almacenamiento, rendimiento y escalabilidad.
- Selección de un proveedor de SaaS confiable que pueda ofrecer la funcionalidad y los niveles de servicio necesarios.
- La planificación de la migración, es un paso crítico en la transición de IaaS a SaaS. Incluye la identificación de los servicios y aplicaciones que se deben migrar, la definición de los plazos de migración, la asignación de recursos y la definición de las estrategias de contingencia en caso de interrupciones.
- La implementación debería realizarse de manera incremental, migrando uno o varios servicios y aplicaciones a la vez para asegurar una transición suave.
- Después de la migración, es importante monitorear los niveles de servicio para asegurar que se estén cumpliendo los requisitos de la entidad. Por lo que, se requieren procesos de mejora continua por parte del proveedor.

El manejo de toda la información almacenada en las bases de datos de la EMAPAST EP, requiere de necesidades tecnológicas, dentro de la SaaS, como:

- La entidad empresa requiere de una infraestructura de base de datos robusta y escalable

para manejar la cantidad de datos y transacciones que se producen en un día normal de operaciones.

- Será necesario un software de gestión de base de datos (DBMS) para manejar y organizar los datos de los clientes, así como para proporcionar seguridad y recuperación de datos.
- EMAPAST EP necesitará un plan de copias de seguridad y recuperación de datos para asegurarse de que sus datos estén seguros y puedan ser recuperados en caso de alguna situación crítica.
- La conectividad de red debe ser confiable y segura para garantizar que los datos puedan ser accedidos y transmitidos de manera confiable.
- Autenticación y autorización de acceso para garantizar que solo los usuarios autorizados puedan ingresar a la base de datos.
- La base de datos de la EMAPAST deberá ser integrada con otros sistemas relevantes del Municipio de Pastaza.

5.3.3 Seguridad y Privacidad

Para gestionar la seguridad y la privacidad se propone un modelo SOC (Security Operations Center) para el manejo de IaaS y SaaS, el cual, en general debe contar con los siguientes pasos:

a) Definición de políticas y procedimientos de seguridad:

- Establecimiento de requisitos de acceso y autenticación para el acceso a la infraestructura IaaS y SaaS.
- Definición de medidas de protección de datos, como cifrado de datos en tránsito y descifrado.
- Creación de un plan de respaldo y recuperación de desastres para garantizar la disponibilidad de los servicios.
- Definición de procedimientos para la detección y respuesta ante incidentes de seguridad.

b) Monitoreo y detección de amenazas:

- Implementación de soluciones de monitoreo y detección de amenazas, como firewalls, sistemas de detección de intrusos (IDS) y sistemas de prevención de intrusiones (IPS).

- Configuración de reglas y alertas para detectar posibles incidentes de seguridad.
 - Realización de pruebas regulares para verificar la eficacia de las soluciones de monitoreo y detección de amenazas.
- c) Investigación y respuesta ante incidentes:
- Realización de una investigación exhaustiva de cualquier incidente de seguridad detectado, utilizando herramientas y técnicas especializadas.
 - Contención y resolución del incidente de seguridad, restableciendo la seguridad y disponibilidad de los servicios.
 - Comunicación con la alta dirección y los departamentos relevantes sobre el incidente de seguridad y sus respuestas.
- d) Gestión de incidentes:
- Mantenimiento de un registro detallado de todos los incidentes de seguridad y sus respuestas.
 - Análisis de los incidentes de seguridad para identificar tendencias y mejorar los procesos de respuesta.
 - Proporcionar reportes regulares a la alta dirección sobre el estado de la seguridad de la infraestructura IaaS y SaaS.
- e) Mejoras continuas:
- Evaluación periódica de las políticas y procedimientos de seguridad para identificar oportunidades de mejora.
 - Evaluación periódica de las soluciones de monitoreo y detección de amenazas para identificar oportunidades de mejora.
 - Realización de pruebas regulares para verificar la eficacia de los procesos de respuesta ante incidentes de seguridad.

5.3.4 Aspecto legales

La externalización de servicios hacia una infraestructura IaaS (Infraestructura como Servicio) y SaaS (Software como Servicio) para la EMAPAST EP se encuentra justificada a la luz de la legislación y normativas vigentes en Ecuador.

La Constitución Ecuatoriana, en un artículo 227, declara que el sector público debe actuar conforme a criterios de efectividad, planificación, calidad, eficiencia y claridad en sus procesos. Además, la Ley Orgánica para la Optimización y Eficiencia de Trámites Administrativos promueve la mejora y reducción de costos en procedimientos administrativos. El artículo 18, numeral 5 resalta que las instituciones estatales deben adaptar herramientas digitales en la gestión de sus trámites.

El Código Orgánico de la Economía Social del Saber, la Creatividad y la Innovación en uno de sus artículos destaca la inclinación hacia la obtención o creación de software de fuente abierta, con un enfoque en los servicios y el valor añadido nacional. Sin embargo, si esto no es factible, las entidades gubernamentales deben presentar una justificación sobre la elección de otras herramientas tecnológicas ante la autoridad competente en Gobierno Electrónico. Por lo tanto, considerar soluciones IaaS y SaaS puede ser defendido como una opción que satisface criterios de eficacia y adecuada gestión de los medios, siempre que se presente la justificación pertinente al organismo de supervisión adecuado.

Durante abril de 2023, en un esfuerzo para impulsar la modernización y el progreso económico en Ecuador, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) estableció un acuerdo de colaboración con Amazon Web Services (AWS). Esta alianza tiene el propósito de integrar las iniciativas y programas de AWS con el público ecuatoriano, abarcando a empleados gubernamentales, la población general y estudiantes. Los puntos principales del acuerdo con AWS abarcan:

- AWS DigiGov: Un programa educativo personalizado para el sector público, diseñado para capacitar a los responsables de liderar la transformación digital en las organizaciones gubernamentales.
- AWS DigiTech: Un programa dirigido a los funcionarios públicos sin formación técnica, que les brinda una comprensión detallada de los conceptos de la nube, los servicios disponibles en AWS y los aspectos fundamentales de la computación en la nube.
- AWS Skill Builder: Un programa de formación digital gratuita que ofrece una amplia variedad de cursos y planes de aprendizaje bajo demanda, permitiendo a los ciudadanos desarrollar habilidades necesarias para los empleos del siglo XXI.

En este marco, se consolidó un entendimiento entre AWS y la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT). Esto se logró a través de un convenio de distribución con TD SYNEX, habilitando a la entidad ecuatoriana a suministrar soluciones en la nube de AWS a organizaciones gubernamentales y empresas del país. Adicionalmente, gracias a este acuerdo, la CNT no solo se beneficiará de los servicios de TD SYNEX, sino también de ventajas como facturación dentro del país, acceso sin coste a StreamOne, programas formativos gratuitos para su equipo, promociones conjuntas y una disminución en los gastos operativos.

Esto permitiría a EMAPAST EP beneficiarse de la experiencia, la seguridad y la eficiencia de AWS, al tiempo que se alinea con las iniciativas de transformación digital promovidas por el Gobierno y se impulsa la optimización y eficiencia en la prestación de servicios públicos.

5.4 Outsourcing de servicios

Dentro de las opciones para reducir el OPEX dentro de EMAPAST EP, se ha considerado el outsourcing de servicios, tanto para la impresión, de equipos como computadores, y la mesa de servicios del área de TI, lo que reduce los costos y gastos por los siguientes aspectos:

- El outsourcing de estos servicios, evitará las inversiones en adquisición y el mantenimiento de los equipos y software, lo que permite ahorrar en costos.
- Al confiar en un proveedor de outsourcing especializado, la entidad pública puede optimizar sus recursos, así como mejorar la eficiencia de sus operaciones tecnológicas, reduciendo el OPEX en el largo plazo.
- El outsourcing los servicios de impresión, equipos y mesa de servicios del área de TI, dentro de la entidad pública puede reducir sus costos de personal en lo referente a los salarios y beneficios.
- Mayor flexibilidad, al contratar un tercero para gestionar los servicios de TI, la organización puede ajustar fácilmente el tamaño de sus equipos en función de sus necesidades cambiantes.
- Las empresas de outsourcing de TI suelen tener políticas y procedimientos de seguridad estrictos y experiencia en la gestión de incidentes de seguridad, lo que ayuda a proteger los datos de la organización y mantener la continuidad de los negocios.

5.4.1 Outsourcing de impresoras

De forma puntual en este momento la EMAPAST busca un proveedor para servicios de impresión, copiado y escaneado para las distintas áreas que tiene la entidad. Como se ha mencionado, el objetivo es reducir el CAPEX y otros gastos asociados al servicio de impresión. Por lo que, se ha buscado diferentes alternativas de outsourcing de estos servicios, donde los principales requerimientos se enumeran a continuación:

- Mínimo 3 equipos de impresión nuevos, de un mismo fabricante (Impresoras Multifunción a B/N y color). La cantidad de equipos considerados, pueden incrementarse según las necesidades de EMAPAST EP.
- Equipos de impresión de respaldo (Back up), en el caso de daño severo de un equipo o acorde necesidades de EMAPAST EP.
- Un servidor de Impresión.
- Un sistema de reportería a través de una herramienta de control y monitoreo.
- Mesa de ayuda dedicada para atender los incidentes y requerimientos de todo el parque de impresión.
- Mantenimientos preventivos de manera trimestral, para mantener una óptima operación del servicio, de todos los equipos que formen parte del servicio, conforme cronograma presentado por el proveedor que será previamente aprobado por el administrador del contrato.
- Papel A4, suministros, repuestos, consumibles, partes y piezas dentro del servicio brindado.
- Proceso de gestión y reciclaje de residuos.
- Campaña de sustentabilidad y concientización, cada 6 meses una vez se inicie la etapa de operación de del servicio.
- Capacitación y transferencia de conocimientos, tanto a nivel técnico para el personal de soporte de la Dirección de Tecnología del GAD del Municipio de Pastaza, así como para el usuario final.

De acuerdo a diferente propuesta económica consultadas a diferentes proveedores del servicio de outsourcing (ver anexo 1), el precio que se cobraría estaría en función del número de

impresiones proyectado, de la tabla 4 a 2022 se habían impreso un total de 179.500 hojas, y el crecimiento para la proyección será del 3.4%, que es el que se tuvo entre 2021-2022. A continuación, la tabla 16 se muestran el costo tanto para hojas en B/N y color, siguientes los mismos criterios de los cálculos y proyecciones previas.

Tabla 16

Costos de outsourcing

Año	Total hojas	Precio outsourcing B/N	Precio outsourcing color	Total B/N	Total color
2022	179500,00	0,0370	0,0970	4.649,05	5.223,45
2023	185603,00	0,0383	0,1005	4.980,17	5.595,49
2024	191913,50	0,0397	0,1041	5.334,88	5.994,02
2025	198438,56	0,0411	0,1079	5.714,85	6.420,94
2026	205185,47	0,0426	0,1117	6.121,89	6.878,26
2027	212161,78	0,0442	0,1158	6.557,91	7.368,16

Fuente: Investigación de campo cotización empresa TECCINOVA

Como se puede ver los costos relacionados con la externalización de los servicios están muy por debajo de las inversiones CAPEX. En la tabla 17 se puede observar que con las inversiones CAPEX, los gastos asociados a la recuperación de la inversión y mantenimiento prácticamente duplican los gastos de solo impresión. Si bien, los gastos en impresión B/N casi son el doble, y mayores en el caso de color, por las necesidades de las áreas de la entidad no es necesario hacer una inversión tan alta en este tipo de infraestructura.

Tabla 17

Comparativo CAPEX y outsourcing EMAPAST EP

Año	Costo total CAPEX	Costo total Outsourcing	Ahorro USD	Ahorro %
2022	12.407,96	5.223,45	7.184,51	-58%
2023	12.700,80	5.595,49	7.105,31	-56%
2024	13.003,60	5.994,02	7.009,58	-54%
2025	13.316,69	6.420,94	6.895,75	-52%
2026	13.640,43	6.878,26	6.762,17	-50%
2027	13.975,17	7.368,16	6.607,01	-47%

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

Desde el punto de vista técnico se deberán tomar en cuenta las siguientes políticas:

- Los equipos provistos serán instalados y configurados sobre la base de la ubicación inicial planteada por la EMAPAST, tema que será coordinado previa aprobación del

administrador del contrato.

- Durante el tiempo de servicio objeto del contrato, se proveerá del stock permanente de repuestos, y suministros, partes y piezas originales, no refurbished, no remanufactured, no remarket o no rebuilt para garantizar la calidad de operación y la continuidad del servicio contratado. Se entregarán todos los consumibles, partes, piezas, repuestos para que la entidad verifique que sean originales.
- El contratista realizará el reciclaje de todos los suministros utilizados en los equipos que forman parte del servicio para lo cual, en el caso de ser adjudicados, se entregará el plan de retiro de residuos, dando cumplimiento a lo dispuesto en los Acuerdos Ministeriales: No. 131, 142, 161 y 190. Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador.
- Para garantizar el Servicio de Impresión, Fotocopiado y Escaneo de documentos, a cada funcionario de la entidad contratante se le entregará un pin de impresión con el que podrá realizar impresiones cercanas a su puesto de trabajo para proveerse de estos servicios. De presentarse la necesidad de un funcionario o servidor acceder a otro equipo de impresión debe contar con la respectiva aprobación del Administrador del contrato.
- El contratista cubrirá la dotación de papel a utilizarse en este servicio objeto del contrato, todas las impresoras deben contar con papel en tamaño A4 según las necesidades de cada área.
- Al iniciar el servicio se elaborará un formulario provisto por el proveedor donde se registrará la identificación del equipo, área de instalación (oficina, piso y departamento), la fecha, el estado, su funcionamiento y el número de copias del contador de impresiones, avalado con las firmas del proveedor y del administrador del contrato o sus delegados.

La EMAPAST EP proveerá de un espacio físico con todas las adecuaciones necesarias para la conectividad e instalación de un servidor principal de impresión provisto por el contratista, el cual tendrá las siguientes especificaciones mínimas requeridas:

- Memoria 16 GB
- Ranuras de memoria 24 ranuras DIMM
- Conectividad 1Gb Ethernet 4 - port 331i Adapter

- Arreglo Smart Array P440ar/2GB • Tamaño Rack (1U)
- Disco Duro Dos discos duros 300 GB
- Tipo de fuente de alimentación 2 ranuras flexibles, máximo
- Fuente de poder, Ventilador redundante.
- Licencia e instalación del sistema operativo.

A través del servidor se realizarán las siguientes tareas:

- Crear colas de impresión para los usuarios que utilizarán el servicio.
- Asignación de IP a los dispositivos de impresión.
- Configurar los nuevos equipos de impresión que se incorporen al servicio.
- Asignar nombre a las colas de impresión según el estándar de EMAPAST EP.
- Depurar usuarios, áreas, departamentos y/o dependencias en función a los cambios solicitados por la EMAPAST EP.
- Crear y administrar las claves de acceso de los servidores para el uso de los equipos multifunción, y llevar el registro respectivo.

A lo largo de la provisión del servicio, el proveedor asegurará la realización de mantenimientos preventivos de forma regular y correctivos para los bienes incluidos en el servicio.

- El mantenimiento preventivo se lo realizará con presentación de un cronograma por parte del contratista y previa aprobación del administrador del contrato; el tiempo máximo que podrá tomar el mantenimiento preventivo de cada equipo será de 1 hora.
- Los trabajos de mantenimientos preventivos y correctivos no deberán interferir con las tareas de las dependencias, por lo que se seguirá el cronograma establecido y entregado por el contratista y aprobado por el Administrador del Contrato.
- El contratista debe prestar el servicio de mantenimiento solamente a través de sus propios funcionarios o por personal previamente autorizados por ellos.

5.4.2 Outsourcing de equipos y mesas de servicios

La estrategia de servicio propuesta tiene como objetivo proporcionar PCs para la EMAPAST EP. Esto abarca desde la instalación y configuración inicial de los equipos hasta la formación de los usuarios, el mantenimiento en caso de problemas, soporte técnico y la sustitución de hardware defectuoso. Además, al finalizar el contrato de servicio, se garantiza la recolección

de los equipos y una cobertura de seguro contra daños. En relación con la EMAPAST EP, aunque se planea eventualmente reemplazar los computadores (específicamente el modelo Computador Intel Core I7-1165G7- 3.0 Ghz 11va Generación, 1tb+256sd 16gb Gtx1650) que suman un total de 8 unidades con sus respectivos monitores y otros accesorios, no se considera una prioridad inmediata dado que fueron adquiridos hace apenas un año.

Por el lado de la externalización de los servicios del personal para le EMAPAST EP para mejorar su eficiencia operativa y reducir costos, una de las opciones que se considera es el outsourcing de la mesa de servicios de TI, lo que permitiría a la entidad centrarse en otras actividades relacionadas de forma específica con el servicios al cliente interno y externo, mientras una empresa especializada en TI se encarga de brindar soporte técnico especializado, tanto en la resolución de incidencias y problemas, así como en brindar capacitación y asesoramiento tecnológico.

Por lo expuesto, muchas de estas características están incluidas en la oferta de servicios tanto en la migración hacia IaaS y en un futuro a SaaS. Lo mismo ocurre con la externalización de los servicios de impresión, y de dotación de PC's, lo cual, ya generaría un ahorro la entidad, esto relacionado con las horas promedio que dedica el personal de TI de la entidad a mantenimiento y servicio técnico. Es importante tomar en cuenta, que a medida que va creciendo la población, también se incrementan las necesidades de las entidades encargadas de los servicios públicos, por lo que, el ahorro generado en un futuro será un rubro importante, ya que, el área de TI crecerá acorde a la demanda de los servicios.

Por lo expuesto, a continuación, se muestran una tabla comparativa en las alternativas de mantener las inversiones de CAPEX para dotar de infraestructura de servidores, impresión y copiadora en la entidad, y la opción de externalizar los servicios.

Tabla 18

Consolidad comparativo CAPEX y outsourcing EMAPAST EP

MODELO CAPEX							
Año	0	1	2	3	4	5	6
1) Impresoras	\$18.975,00						
Gastos mantenimiento, papel tóner		\$12.407,96	\$12.700,80	\$13.003,60	\$13.316,69	\$13.640,43	\$13.975,17
2) Servidores	\$4.873,00						

Amortización inversión	\$1.478,33	\$1.478,33	\$1.478,33	\$1.478,33	\$1.478,33	\$1.478,33
Gastos de operación	\$7.320,00	\$7.320,00	\$7.320,00	\$7.320,00	\$7.320,00	\$7.320,00
Licencias software	\$940,00	\$940,00	\$940,00	\$940,00	\$940,00	\$940,00
Gastos adicionales	\$1.260,00	\$1.260,00	\$1.260,00	\$1.260,00	\$1.260,00	\$1.260,00
Total	\$23.848,00	\$23.406,29	\$23.699,13	\$24.001,93	\$24.315,02	\$24.638,76
MODELO OPEX (OUTSOURCING)						
Año	0	1	2	3	4	5
1) Impresiones		5223,45	5595,49	5994,02	6420,94	6878,26
2) Servidores						
Equipos de almacenamiento de virtualización	\$5.866,00					
Servicios de virtualización		\$5.200,00	\$5.200,00	\$5.200,00	\$5.200,00	\$5.200,00
Total	\$5.866,00	\$10.423,45	\$10.795,49	\$11.194,02	\$11.620,94	\$12.078,26
Ahorro USD	\$17.982,00	\$12.982,84	\$12.903,64	\$12.807,91	\$12.694,08	\$12.560,50
Ahorro porcentual	-75%	-55%	-54%	-53%	-52%	-51%

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

Como se puede observar, las inversiones de activo fijo se han reducido en casi un 75%, y en el tema de costos y gastos en ahorro va entre el 50% - 55%. Si tomamos al ahorro como los beneficios generados en función de todos los costos generado por la opción de outsourcing se tiene la siguiente relación beneficio costo, donde se ha considerado una tasa de descuento del dinero del 12%.

Tabla 19

Relación costo beneficio CAPEX y outsourcing EMAPAST EP

Año	Costo	Beneficios
1	\$10.423,45	\$12.982,84
2	\$10.795,49	\$12.903,64
3	\$11.194,02	\$12.807,91
4	\$11.620,94	\$12.694,08
5	\$12.078,26	\$12.560,50
6	\$12.568,16	\$12.405,34
Valor actual	\$46.486,70	\$52.474,36
B/C	1,13	

Fuente: Investigación de campo EMAPAST EP.

La relación beneficio costo es de 1.13, es decir, que por cada 1 USD que la empresa gasta en los servicios de outsourcing y virtualización, la empresa tiene un ahorro de 1.13 USD anual, en relación a realizar una estrategia por un modelo CAPEX.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La EMAPAST EP es una entidad pública estratégica, que está encargada de la gestión eficiencia del agua potable y alcantarillado del Cantón Pastaza. En los últimos años su estrategia de crecimiento se ha relacionado con la realización de inversiones (CAPEX) para fortalecer las diferentes áreas de la entidad, entre ellas la de TICs. No obstante, el cambio permanente de autoridades, y el deterioro de la tecnología hace que cada cierto tiempo aparezcan nuevas necesidades, que requieren de nuevas inversiones que implica mayores gastos para la entidad y en general para el estado.
- La propuesto de cambio de un modelo de inversión en capital (CAPEX) dentro del área de TI de la EMAPAST EP a un modelo de gasto operativo (OPEX) muestra una reducción en costos y gastos operativos, y genera un ahorro para la empresa pública, el cual, puede ser reinvertido en innovación y mejorar el servicio; es decir, los recursos públicos son usado de forma eficiente cuyos beneficios tienen un alcance para toda la población del Cantón Pastaza.
- La implementación de soluciones en la nube (IaaS y SaaS) en EMAPAST EP ofrece ventajas en flexibilidad y escalabilidad, facilitando la colaboración interdepartamental y el acceso remoto a datos críticos. Este enfoque maximiza la eficiencia en la asignación de recursos y agiliza la toma de decisiones basada en datos. Además, al externalizar el mantenimiento y la actualización de la infraestructura, se logra una disminución en los gastos operativos, ya que estos aspectos quedan a cargo del proveedor de servicios en la nube.
- La externalización de servicios de impresión, hardware y mesas de soporte de TI, en base al modelo OPEX en EMAPAST EP, en el largo plazo, permite optimizar los costos asociados con el mantenimiento y actualización de la infraestructura tecnológica, mejorando la eficiencia operativa. Al delegar estas funciones, la entidad puede reasignar sus recursos y concentrarse en el fortaleciendo de su misión central y las responsabilidades hacia la comunidad.

Recomendaciones

- Para mitigar los efectos del cambio político y el deterioro tecnológico en la planificación de EMAPAST EP se debería crear un comité interdisciplinario, el cual, tendría la tarea de evaluar y adaptar las estrategias de inversión en tecnología, tanto en capital como en gasto operativo. Al hacerlo, se espera conseguir una mayor eficiencia y eficacia tanto en el área de TICs de la entidad, como en la gestión integral del agua y alcantarillado en el Cantón Pastaza.
- Para aprovechar plenamente los beneficios económicos de un modelo de gasto operativo (OPEX) en comparación con las inversiones de capital (CAPEX), se recomienda que el departamento financiero y de TICs de EMAPAST EP actualice cada año la relación costo-beneficio. Con lo cual, podrá identificar áreas específicas donde se requiera adoptar nuevas medidas, y así permitir una reinversión eficiente en innovación y mejoramiento del servicio.
- Previos a la implementación de las soluciones en la nube (IaaS y SaaS), el departamento de TICs de EMAPAST EP, con la aprobación de las autoridades, debería llevar a cabo una implementación piloto. Este enfoque permitirá evaluar la viabilidad, escalabilidad y eficiencia de las soluciones cloud en un entorno controlado. Así, se podrán mitigar los riesgos asociados con una adopción más amplia de esta tecnología en toda la institución.
- Dado que la externalización de servicios de impresión, hardware y mesas de soporte de TI presenta un potencial para mejorar la eficiencia operativa, se recomienda que EMAPAST EP contrate una firma consultora de TI especializada para realizar una auditoría externa. Este análisis imparcial ofrecerá una retroalimentación valiosa para mejorar la optimización de los recursos y garantizar una gestión eficiente y eficaz del presupuesto asignado a la entidad.

REFERENCIAS

- Acens White Paper. (2017). *El Hosting y la doble A: SaaS, IaaS, Paas*.
https://static.acens.com/news/septiembre11/WP_acens_el-hosting-y-la-doble-A.pdf
- Ananth, M. D., & Sharma, R. (2017). Cloud Management Using Network Function Virtualization to Reduce CAPEX and OPEX. *Proceedings - 2016 8th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks, CICN 2016*, 43–47. <https://doi.org/10.1109/CICN.2016.17>
- Blom, C. M., & Guthrie, P. M. (2018). Infrastructure outcomes: What new project operational expenditure reveals as missing. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*, 171(4), 216–233. <https://doi.org/10.1680/jmuen.16.00025>
- Cahyo, W. N. (2019). A PROPOSED FRAMEWORK TO APPLY OPERATIONAL EXCELLENCE (OPEX) AS A BUSINESS STRATEGY. In *Journal of Engineering and Management in Industrial System* (Vol. 7, Issue 1). <http://Jemis.ub.ac.id>
- Chnar, M., & Subhi, Z. (2021). Sufficient Comparison Among Cloud Computing Services: IaaS, PaaS, and SaaS: A Review. *Science and Business*, 5(2), 17–30. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4450129>
- CISCO. (2019). *Adquisición de redes: la transición de CAPEX a TCO para obtener valor comercial*. https://www.cisco.com/c/dam/global/es_es/assets/executives/pdf/CISCO-NGN_CFO.pdf
- EMAPAST-EP. (2023). *INFORME PRELIMINAR DE RENDICIÓN DE CUENTAS PERÍODO 2022*. <https://emapast.puyo.gob.ec/wp-content/uploads/2023/07/FASE-2.pdf>
- Govea Souza, J. A., & Govea Souza, J. A. (2021). Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) y su influencia en los procesos de negocio de empresas distribuidoras de productos de consumo masivo en Lima Metropolitana en el 2019. *Industrial Data*, 24(1), 201–217. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V24I1.19831>
- Guerrero-Luzuriaga, A., Marín-Guamán, M., & Bonilla-Jurado, D. (2018). Erp como alternativa de eficiencia en la gestión financiera de las empresas. *Revista Lasallista de Investigación, ISSN 1794-4449, Vol. 15, Nº. 2, 2018, Págs. 182-193*, 15(2), 182–193. <https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a14>
- Heredia, G., Orellana, B., Saavedra, O., & Echeverría, I. (2020). EVALUACIÓN DEL COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LOS MUNICIPIOS DE CLIZA Y TOLATA. *INVESTIGACION & DESARROLLO*, 19(2), 75–82. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.2-5e>

- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. In *Best Seller* (Sexta). McGraw-Hill. <https://n9.cl/2i4>
- Holguín, J., López, D., & Muñiz, L. (2021). SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES UNA ESTRATEGIA QUE OPTIMIZA LOS PROCESOS DE LAS MIPYMES ECUATORIANAS. *Publicación Cuatrimestral*, 5(5), 15–24. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/926>
- Issarasak, S. (2020). *Characteristic of office's Operation Expense (OPEX): A study of Grade A office building in Bangkok*. Chulalongkorn University. https://www.researchgate.net/publication/347443086_Characteristic_of_office's_Operation_Expense_OPEX_A_study_of_Grade_A_office_building_in_Bangkok
- López, D., & Velásquez, E. (2019). *Activos fijos y los estados financieros en la empresa distribuidora Santa Patricia SRL en el Distrito de Surco, periodos 2016-2017* [Universidad Nacional del Callo]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4848>
- Mathlouthi, W., Labba, C., Gaaloul, W., & Bellamine Ben Saoud, N. (2019). SoS Paradigm Benefits SaaS Integration: Novel Approach and First Results. *Proceedings - 2019 IEEE 28th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, WETICE 2019*, 174–179. <https://doi.org/10.1109/WETICE.2019.00045>
- Pavón González, Y., Puente Baró, L., Infante Abreu, M., & Blanco González, J. (2018). Experiencia de trabajo para la configuración del ERP Odoo en pequeños negocios. Caso de éxito en TostoneT. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26(3), 514–527. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052018000300514>
- Syazili, A., Kurniawan, A., Widada, J., & Sembada, P. T. S. (2021). Techno-economic Analysis in the Development of Smart Sluice Gate Systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 662(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/662/1/012005>
- Wiser, R., Bolinger, M., & Seel, J. (2020). Benchmarking Utility-Scale PV Operational Expenses and Project Lifetimes: Results from a Survey of U.S. Solar Industry Professionals. *Electricity Markets & Policy*. <https://www.osti.gov/biblio/1631678>