



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA PEQUEÑA Y MEDIANA
INDUSTRIA GRÁFICA

AUTORA

Jessica Alexandra Arteaga Armas

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA PEQUEÑA Y MEDIANA
INDUSTRIA GRÁFICA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniera Ambiental en Prevención y
Remediación

Profesor Guía

MSc. Marco Vinicio Briceño León

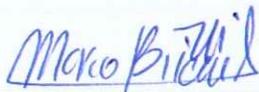
Autora

Jessica Alexandra Arteaga Armas

Año 2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

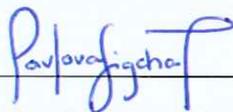
“Declaro haber dirigido el trabajo, Análisis de la eficiencia energética en una pequeña y mediana industria gráfica, a través de reuniones periódicas con la estudiante Jessica Alexandra Arteaga Armas, en el semestre 202010, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



Marco Vinicio Briceño León
Máster en Energías Renovables
CC: 1715967319

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Análisis de la eficiencia energética en una pequeña y mediana industria gráfica, de la estudiante Jessica Alexandra Arteaga Armas, en el semestre 202010, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



Viviana Pavlova Sigcha Terán

Máster en Gestión Integral del Agua

CC: 1722216163

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Jessica Arteaga.

Jessica Alexandra Arteaga Armas

CC: 1724079882

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por ser mi guía, soporte incondicional; darme la salud y una familia grandiosa fuente de mi inspiración para culminar con mi carrera.

Al coordinador de la carrera Ing. Alejandro González, por su valioso aporte y ayuda durante todo el proceso de la carrera.

A mi tutor MSc. Marco Briceño y correctora MSc. Pavlova Sigcha ya que, gracias a su guía, ayuda, paciencia y dedicación hicieron posible el desarrollo del presente trabajo.

A mis distinguidos docentes por haber impartido sus valiosos conocimientos y experiencias y haberme permitido crecer como persona y profesionalmente.

A las dos empresas TASKI S.A. y MM SERVIGRAF, quienes me brindaron confianza, apoyo y soporte para poder cumplir con los objetivos planteados en mi trabajo de titulación.

DEDICATORIA

A mis padres porque gracias a ellos he llegado a lograr todas mis metas y propósitos, porque siempre han estado para mí con sus consejos, amor, paciencia y dedicación; gracias a ello han logrado forjarme como persona y me han enseñado a nunca rendirme ante cualquier adversidad.

A mis papitos Manuel y Clarita por estar siempre conmigo, apoyarme y cuidarme en todo momento; por ser mi guía y fortaleza, por sus enseñanzas, consuelo, apoyo incondicional y, sobre todo su amor y cariño, que, con solo brindarme una sonrisa, estoy tranquila y puedo seguir adelante.

A mis tíos por estar pendientes de mí, brindarme su apoyo incondicional y porque nunca dejaron de creer en mí, gracias por su amor y confianza.

A mi hermana por recordarme que puedo salir adelante gracias a su apoyo, compañía, consejos y amor, por escucharme en todo momento y por siempre estar presente en mis triunfos y derrotas.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se basa en realizar auditorías energéticas en dos industrias gráficas TASKY S.A. y MM SERVIGRAF que se dedican al diseño gráfico y a la impresión. En primera instancia, se realizó la recopilación de información sobre el funcionamiento de los equipos, el número de computadores existentes, información sobre todos los equipos que consumen energía y un inventario de la maquinaria utilizada en el proceso de impresión. A continuación, se procedió a realizar la toma de datos por horario, en base al tamaño y a la producción de las empresas, para poder realizar las mediciones de los insumos de oficina y la maquinaria encontrada dentro de los talleres.

Las mediciones de maquinaria se realizaron con diferentes instrumentos dependiendo su localización y potencia. La medición de la maquinaria que se encuentra en el área de producto en proceso se realizó con la pinza amperimétrica con multímetro trifásico. Por otro lado, para medir la potencia de la maquinaria del área administrativa e insumos de oficina, se utilizó el medidor de consumo eléctrico para equipos 110V. Con los equipos utilizados se recolectaron datos de potencia, amperaje, intensidad, horas de funcionamiento de la maquinaria y el consumo mensual.

El análisis de resultados se realizó por áreas de trabajo, dentro de las dos empresas. El funcionamiento dentro de los talleres fue considerado el de mayor consumo, tanto en la pequeña como en la mediana industria, donde funciona maquinaria enfocada a realizar procesos de impresión; se recalca que el horario de funcionamiento dentro de estas áreas es prolongado.

Por último, en base a los resultados se propusieron opciones de mejora en cada una de las empresas, tomando en cuenta que para la industria pequeña se realizó un análisis de Tasa de Retorno de Inversión y Valor Actual Neto; y, para la industria grande se generaron propuestas que se enfocan en la configuración de la maquinaria, para realizar comparaciones y ver la viabilidad de las propuestas en los dos casos.

ABSTRACT

This degree work is based on performing energy audits in two graphic industries TASKY S.A and MM SERVIGRAF, that are dedicated to graphic design and printing. In the first instance, information was collected according to the operation of the equipment, the number of existing computers, equipment that consumes energy and an inventory of the machinery used in the printing process. Next, we proceeded to take the data by schedule, based on the size and production of the companies, to be able to perform the measurements of the office supplies and the machinery found within the workshops.

Machinery measurements were made with different instruments depending on their location and power. The measurement of the machinery that is in the area of product in process, was carried out with the clamp meter with three-phase multimeter. On the other hand, to measure the power of the machinery of the administrative area and office supplies, the electricity consumption meter for 110V equipment was used. With the equipment used, data on power, amperage, intensity, hours of operation of the machinery and monthly consumption were collected.

The analysis of results was carried out by work areas, within the two companies. The operation within the workshops was considered the one with the highest consumption, both in the small and medium-sized industry, where machinery works focused on printing processes; it is emphasized that the operating hours within these areas are prolonged.

Finally, based on the results, improvement options were proposed in each of the companies, taking into account that for the small industry an analysis of the Return Rate of Investment and Net Present Value was performed; and, for the large industry proposals were generated that focus on the configuration of the machinery, to make comparisons and see the feasibility of the proposals in both cases.

ÍNDICE

1. Capítulo I. Introducción	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	5
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2.Objetivos Específicos.....	6
1.4. Alcance	6
1.5. Justificación	7
2. Capítulo II. Marco Teórico	8
2.1. Área de estudio.....	8
2.2. Conceptos Básicos	8
2.2.1. Norma ISO 50001	8
2.2.1.1. Estructura de la Norma.....	9
2.2.2. Auditoría Energética	10
2.2.2.1. Fases de actuación de una auditoría energética.....	10
2.3. Conceptos de electricidad	11
2.3.1. Tensión Eléctrica (U)	11
2.3.2. Corriente Eléctrica (I).....	11
2.3.2.1. Tipos de Corriente Eléctrica	11
2.3.3. Resistencia Eléctrica (R).....	12
2.3.4. Frecuencia (f).....	12
2.3.5. Potencia Eléctrica (W)	13
2.3.6. Potencia Aparente	14
2.3.7. Potencia Reactiva.....	14
2.3.8. Potencia Activa.....	15

2.3.9.	Triángulo de potencias.....	15
2.3.10.	Factor de Potencia (FP.cos)	16
2.3.11.	Energía Eléctrica (E).....	16
2.4.	Regulación del sector eléctrico ARCONEL	17
2.4.1.	Demanda Máxima (DM)	17
2.4.2.	Demanda Horaria para industrias de medio y alto voltaje (FGDI)	18
2.4.3.	Facturación (FSPEE).....	19
3.	Capítulo III. Metodología	20
3.1.	Fases de la metodología	20
3.1.1.	Fase I. Recopilación de información	20
3.1.2.	Fase II. Recopilación de datos y toma de mediciones	20
3.1.3.	Fase III. Balance Energético	21
3.1.4.	Fase IV. Evaluación de las áreas críticas y propuestas de mejora.	21
3.2.	Diagrama de flujo de las actividades realizadas.....	22
3.3.	Equipos de medición	23
3.3.1.	Medidor de consumo eléctrico o Vatímetro contador.....	23
3.3.2.	Pinza amperimétrica con multímetro trifásico de medición de potencia	24
4.	Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados	25
4.1.	Balances energéticos	25
4.1.1.	Balance energético horario de la imprenta TASKI S.A	25
4.1.2.	Balance energético de la imprenta MM SERVIGRAF	27
4.2.	Áreas de mayor consumo.....	28
4.2.1.	Áreas de consumo en la imprenta TASKI S.A	28
4.2.2.	Áreas de consumo en la imprenta MM SERVIGRAF	29
4.3.	Propuestas de eficiencia energética	29

4.3.1.	Propuestas imprenta TASKI S.A.....	29
4.3.2.	Propuestas Imprenta MM SERVIGRAF	32
4.4.	Análisis de las propuestas de eficiencia energética	32
4.4.1.	Imprenta TASKI S.A	32
4.4.1.1.	Área de Offset	32
4.4.1.2.	Área de impresión	33
4.4.1.3.	Área de Formas continuas	34
4.4.1.4.	Área de libros y revistas	36
4.4.1.5.	Área de producto terminado	37
4.4.2.	Imprenta MM SERVIGRAF	37
4.4.2.1.	Área administrativa y de informática.....	37
4.4.2.2.	Área de impresión.....	38
4.5.	Discusión.....	39
4.5.1.	Imprenta TASKI S.A	39
4.5.2.	Imprenta MM SERVIGRAF	40
4.5.3.	Comparación entre las dos imprentas	42
5.	Conclusiones y Recomendaciones	42
5.1.	Conclusiones	42
5.2.	Recomendaciones.....	44
	REFERENCIAS	45
	ANEXOS	49

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En los últimos años el uso razonable y eficiente de la energía en Ecuador ha pasado a ser un elemento primordial debido a las estrategias planteadas en el plan maestro de electrificación, propuesto y aprobado por el Gobierno Nacional, y en el que constan las siguientes metas: “Promover el cumplimiento del Plan de expansión de la Matriz Energética; cumplir y hacer cumplir la Legislación Ambiental Nacional; promover la implementación y certificación de sistemas de gestión ambiental para el fortalecimiento de la gestión ambiental en el sector eléctrico”, (Plan Maestro de Electrificación, 2013). Las medidas con la que se pretendía incrementar la capacidad de generación eléctrica con sistemas más amigables para el ambiente es así que, también como parte de esta estrategia de Gobierno se elaboró el proyecto de las Hidroeléctricas como la Coca Codo Sinclair, que fue el proyecto más ambicioso de este sector, este tendría la capacidad de exportar energía eléctrica y evitar la contaminación ambiental, por lo que a partir de entonces el tema de la energía en el Ecuador ha tomado un rumbo diferente en el que se busca crear sistemas que satisfagan las necesidades energéticas pero de manera más ecológica y sostenible (CONELEC, 2013).

En la planificación energética de los países de Sudamérica, el sector industrial y residencial, tienen como insumo principal la energía dentro de su proceso productivo. Por esta razón han elegido implementar programas y esquemas de uso eficiente de energía que faciliten aumentar los niveles de competitividad, minimizando el consumo de energía, de tal manera que se pueda desarrollar un nuevo origen de actuación industrial y comercial y, reduciendo principalmente la huella de carbono en los países Sudamericanos (Dirección de Análisis y Estrategia de Energía, 2016).

Según el Balance Energético Nacional, realizado en el año 2015, el consumo final

de energía obtuvo 101 Mbps, que representa un incremento de 11% en relación al año anterior. Esto permitió determinar el enfoque principal del consumo energético sectorial, sobre el cual se presentaron oportunidades para poder ejecutar planes de ahorro energético y, así, moderar la tasa de crecimiento de la energía sin afectar el estilo de vida de la sociedad (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2016).

La eficiencia energética en la actualidad se ha convertido en un aspecto primordial, por su interés de enfrentar las amenazas del cambio climático, aplicando diferentes tipos de energías renovables como son: energía eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz y la más conocida la energía solar; de tal manera que, garantiza la seguridad energética, la cual además de disminuir la contaminación por gases de efecto invernadero, también ayudan a retrasar el daño provocado en la capa atmosférica y al ser alternativas relativamente nuevas no se puede tener una estimación en tiempo real para medir sus efectos de manera significativa en nuestro planeta. En el 2008, se presentó la debilidad que existe en la economía occidental, debido al incremento de costos en la materia prima, proveniente de los combustibles fósiles, como son: el petróleo, carbón, gas natural y gas licuado de petróleo. En particular, el interés de fomentar la eficiencia y ahorro energético que se establece como un instrumento ofreciendo nuevas oportunidades de negocio y empleo para los países que lo empiecen a aprovechar (Sáenz & Muñoz, 2009).

La industria gráfica nacional está conformada por 289 compañías, en su mayor parte conformada por pequeña y mediana industria, lo que representa el 90% del mercado nacional. Las empresas medianas son principalmente las que más comercializan, enfocándose en productos de editorial, publicitarios y etiquetas (INEC, 2012).

El consumo energético en la industria gráfica se da especialmente por el uso de electricidad representando el 65%, el cual se da primordialmente en los procesos de impresión, empastado y uso de computadores. El consumo de combustibles fósiles está representado por un 35% y se lleva a cabo en imprentas grandes,

enfocándose en los procesos de secado, troquelado y fases de post tratamiento de COVs (Asociación de Industriales Gráficos, 2010).

La industria gráfica comprende tres fases de producción que son: pre-impresión, la cual contiene una fase de pruebas, impresión que comprende la fase de secado y post-impresión que se definen a continuación:

Fase de Pre-impresión: Esta fase consiste en diseñar el producto que se requiere imprimir (texto y fotografía) de manera previa. Una vez que el cliente apruebe el diseño se elaboran las placas, para pasar a la fase de impresión. El consumo de energía en esta fase es casi nulo, debido a la poca necesidad del uso de maquinaria (Asociación de Industriales Gráficos, 2010).

- **Pruebas:** En esta etapa se realizan varias verificaciones para analizar si el trabajo anterior se encuentra preparado y listo para imprimir.

Fase de Impresión: El material que se requiere imprimir es almacenado en un ambiente temperado entre 20 °C y 24 °C, para poder verificar la humedad relativa en la que se encuentran expuestos. Posteriormente, el material que se desea imprimir es dirigido a la maquinaria de impresión, utilizando prensas industriales o prensas rotativas.

Los tipos de impresión más usados son:

- Offset
- Flexografía
- Huecograbado o Rotograbado
- Tipografía
- Serigrafía

En esta etapa el consumo de energía eléctrica es del 100%, esto debido a los motores de las máquinas principalmente (Asociación de Industriales Gráficos, 2010).

- **Secado:** Después de realizar el proceso de impresión, el material es llevado a un procedimiento de secado, este paso depende de la agilidad

de producción, la tinta que se va a usar y el tipo de papel, el cual puede no llevarse a cabo. El secado puede ser en hornos de secado a gas (uso de combustible o con energía eléctrica por medio de sistemas infrarrojo y UV (Asociación de Industriales Gráficos, 2010).

Fase de Post-impresión: Esta última fase comprende los procesos de cortado, troquelado, encolado, cosido, fabricación de pastas, así como también el empaquetado y despacho del producto culminado. El consumo de energía en este tipo de procesos es totalmente eléctrico, sin involucrar otras operaciones (Asociación de Industriales Gráficos, 2010).

Además, en las industrias que usan el proceso de secado, deben tener una obligación ambiental para eliminar los compuestos Orgánicos Volátiles COVs, para lo cual se usa incineradores o post quemadores, de manera que utilizan gas natural o gas licuado como combustible (Asociación de Industriales Gráficos, 2010).

En Ecuador la industria gráfica ha tomado fuerza en los últimos años, porque cada vez se ven nuevas y mejores estrategias de mercado que incluyen diseños publicitarios llamativos que son atractivas para el comprador y que le brindan al cliente una gama amplia de posibilidades para poder ofertar sus productos o servicios; en el país existen muchas empresas dedicadas a esta labor, y están divididas en micro, pequeña, mediana y grande empresa de las cuales existen 12 empresas grandes, 30 medianas, 93 pequeñas y 78 microempresas (Dirección de Análisis y Estrategia de Energía, 2016)

TASKI S.A. tiene experiencia de más de 25 años en la producción de documentos como libros, diccionarios, enciclopedias y folletos, manuscritos musicales y partitura, mapas, atlas, carteles, etc., atendiendo requerimientos de instituciones públicas y privadas. La empresa inició sus actividades desde el año 1985, estableciéndose como un local comercial, ubicado en la categoría de proveedor con mediano ingreso. Se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Iñaquito, barrio el Labrador, calle Av. Galo plaza lasso N 46-148, intersección Isaac Albeniz. Realiza actividades de imprenta,

diseño y desarrollo de sistemas informáticos, actividades de instalación y operación de sistemas eléctricos, venta al por mayor y menor de computadoras, partes y piezas, etc. Cuenta con 22 empleados en el área administrativa y en el área de producción y maquinaria cuenta con 26 empleados (TASKI S.A., 2019).

MM SERVIGRAF inició sus actividades en el año 2002, es especialista en el ámbito de imprentas y artes gráficas, realizando facturas y trámites del SRI principalmente, es una microempresa que cuenta con 5 empleados en el área administrativa y 1 empleado en el área de producción y maquinaria. Está ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, calle Páez 658 y Ramírez Dávalos (MM SERVIGRAF, 2002).

1.2. Planteamiento del Problema

El clima a nivel mundial se encuentra alterado, el uso desmedido de la energía, causa el aumento de concentración de gases, tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos, dando como consecuencia el efecto invernadero. Estos gases retienen la radiación infrarroja, generando en un futuro el aumento de temperatura entre 1,5 y 4,5 °C, afectando de manera contundente al régimen global de lluvias y a las corrientes marinas, dando origen a grandes alteraciones a los ecosistemas terrestres (Carpio & Coviello, 2013).

La eficiencia energética busca proteger al medio ambiente mediante la reducción del consumo energético y concientizando al usuario a consumir únicamente lo necesario. De esta manera se reduce considerablemente la emisión de CO₂ a la atmósfera; además, la eficiencia energética es primordial al momento de buscar opciones para lograr la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, permitiendo colaborar a la reducción en un 43% durante los próximos 20 años (Carretero & García, 2012).

Según la Guía de Prácticas Ambientales en Artes Gráficas e Imprentas de la Dirección Metropolitana Ambiental (2008), se afirma que “los problemas ambientales generados por parte de este sector, se enmarcan en la

contaminación atmosférica por gases de combustión, emisiones de proceso, emisión de ruido, calentamiento global y emisiones de CO₂".

En América Latina y el Caribe el 5% de las emisiones a nivel mundial son provenientes de la energía eléctrica, el 40,4% representa las emisiones totales de la región, el 19,8% corresponden a la agricultura, el 31,5% son provenientes del cambio de uso de suelo y silvicultura, el 5,3% de residuos y el 3% se destina a los procesos industriales (OLADE, 2016).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la eficiencia energética en una pequeña y mediana empresa en el proceso de impresión.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar el balance energético en las empresas a pequeña y mediana escala.
- Proponer opciones de mejora para incrementar la eficiencia energética basadas en las normas internacionales como ISO 50001 y española.

1.4. Alcance

El presente proyecto de investigación pretende analizar la eficiencia energética en una pequeña y mediana industria gráfica, para establecer comparaciones y poder proponer estrategias de ahorro de energía. Se va a realizar un estudio cuantitativo, el cual consiste en la recopilación y análisis de los datos en cada una de las empresas, junto con mediciones numéricas, el conteo y el tiempo de uso de las mismas, para establecer con exactitud el consumo de energía en cada empresa.

1.5. Justificación

Se sabe que el aumento acelerado de la temperatura, se debe a la concentración de los gases de efecto invernadero que se produce por la acción antropogénica del dióxido de carbono. La causa fundamental es el uso intensivo y extensivo de las fuentes fósiles (carbón, gas y petróleo). Sin embargo, el alto consumo de energía permitió que la humanidad haya alcanzado un alto nivel de vida para la población. Por lo tanto, el alto nivel de riqueza y desarrollo está relacionado con el calentamiento global y, por ende, son los mayores consumidores de energía per cápita y mayores emisores de CO₂ a la atmósfera (Núñez & Águila, 2011).

En la parte económica, la energía es considerada por muchos autores como la herramienta más rentable para proporcionar el ahorro y la eficiencia energética. En ocasiones se debe actuar de manera inmediata sobre éstos ya que no son costos elevados, para que los consumidores tengan iniciativa a concientizar su consumo. Estudios realizados se enfocan más en planes de ahorro energético para estimular la disminución del consumo de energía; además se debe considerar la hipótesis de innovación impartida, de manera que el aumento en los precios de la energía debe inducir a cambios tecnológicos que permitan realizar mejoras en la eficiencia energética (Sáenz & Muñoz, 2009).

El presente proyecto pretende crear conciencia y buscar alternativas que ayuden a disminuir el consumo de energía, así como también las emisiones causantes del cambio climático y el calentamiento global, alternativas que van desde las más simples como, por ejemplo: emplear energía verde; las empresas con baja conciencia ambiental no se preocupan, ni se enfocan en la fuente que causa el mayor uso de energía eléctrica. La energía eléctrica consumida proveniente principalmente de los combustibles fósiles y la energía nuclear. De tal manera que las fuentes energéticas insostenibles siguen creciendo indefinidamente, es por esta razón que se debe implementar energías renovables para los procesos y producción en las industrias en donde consumen mayor cantidad de energía.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Área de estudio

El presente trabajo de titulación se realizó en dos empresas que se dedican al diseño gráfico e impresión en Offset ubicadas en la ciudad de Quito. La imprenta mediana fue TASKI S.A., cuenta con 22 empleados en el área administrativa y en el área de producción y maquinaria cuenta con 26 empleados, en donde realizan actividades de impresión de libros, diccionarios, enciclopedias y folletos, mapas, atlas, carteles, entre otros; mediante impresión por Offset, fotograbación, flexográfica e impresión en otros tipos de prensa. La empresa pequeña fue MM SERVIGRAF, conformada por 5 empleados en el área administrativa y 1 empleado en el área de producción y maquinaria, es especialista en el ámbito de imprentas y artes gráficas.

Con la finalidad de entender, sustentar y conceptualizar de mejor manera el objetivo de este estudio; a continuación, se exponen algunos temas relacionados con el análisis de la eficiencia energética.

2.2. Conceptos básicos

2.2.1. Norma ISO 50001

La Norma ISO 50001, establece los requerimientos para un sistema de gestión en una entidad o institución para evaluar el rendimiento energético, el incremento en la eficiencia energética y la reducción de impactos ambientales. Así como también pretende organizar los procesos que se dan en la organización, con la finalidad de promover criterios de eficiencia energética, gestión y ahorro. Esta norma puede ser usada para planificar las mejoras de gestión energética, disminuyendo el impacto ambiental que las actividades de la organización realizan, así como también minimizar sus costos operativos (Medio Ambiente y Energía, 2011).

El objetivo de esta Norma Internacional es permitir a las organizaciones implantar medidas y planes indispensables para el mejoramiento del desempeño energético, la eficiencia energética y el uso y consumo de la energía. La aplicación de esta norma permite disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos relacionados, es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño y para su implementación es necesario constatar el compromiso y las funciones que realicen en cada organización (ISO, 2011).

2.2.1.1. Estructura de la Norma

El modelo de Gestión de la norma está fundamentado en el sistema de mejora continua, conocido como Modelo de Deming o PDCA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).



Figura 1. Modelo del sistema de gestión de energía para esta Norma.

Tomado de (Medio Ambiente y Energía, 2011).

222 Auditoría Energética

Una auditoría energética es el estudio de eficiencia energética que permite

analizar el estado actual del consumo energético en una instalación, tanto en las tecnologías de servicio como en los procesos empleados, para identificar y valorar las probabilidades de ahorro de energía desde el punto de vista ambiental y económico. Asimismo, la realización de una auditoría energética permite que la empresa evaluada disponga de información sobre aquellas mejoras que se



pueden realizar derivadas de la evaluación y sobre las buenas prácticas de uso eficiente de la energía (Asociación de Empresas de Eficiencia Energética, 2017).

2.2.2.1. Fases de actuación de una auditoría energética

Figura 2. Fases de una Auditoría Energética.

Adaptado de (Asociación de Empresas de Eficiencia Energética, 2017)

En el presente trabajo de titulación se pretende llegar hasta la fase 5, que incluye el informe final, para poder entregar a las dos empresas involucradas, de tal manera que las industrias apliquen las propuestas de mejora para incrementar la eficiencia energética y evitar el consumo innecesario de energía.

2.3. Conceptos de electricidad

231. Tensión Eléctrica (U)

La tensión eléctrica es el trabajo necesario para la unidad de carga de un punto a otro dentro de un circuito eléctrico o un conductor. Para que los electrones se desplacen de un lugar a otro, necesitan una fuerza necesaria que les impulsa a realizar el recorrido, esta fuerza es la fuerza electromotriz (fem). También conocida como el diferencial de potencial (ddp). Su unidad de medición es el voltio (V). Cuando se habla de tensión dentro de un circuito eléctrico, se refiere a la alimentación eléctrica que existe (Pérez, 2011).

232 Corriente Eléctrica (I)

Se define corriente eléctrica a la circulación constante y ordenada de los electrones a lo largo de un conductor, los conductores son materiales que dejan pasar por encima a la corriente eléctrica ejemplo: (oro, cobre, hierro, aluminio, plata, etc.) (Orza, 2011).

2.3.2.1. Tipos de Corriente Eléctrica

De acuerdo a lo establecido por Pérez (2011), existen dos tipos de corriente que son:

Corriente continua (CC): Esta corriente se caracteriza porque la circulación de los electrones se da en un mismo sentido y con un valor constante. Es producida por las pilas, dinamos y acumuladores, para poder conectar equipos de corriente continua a una red de corriente alterna, se deben usar los rectificadores.

Corriente alterna (AC): El flujo de electrones en esta corriente, se mueven por un conductor, de un sentido a otro. El valor de la corriente eléctrica en este caso es variable. Es producida por los alternadores en las centrales eléctricas.

233 Resistencia Eléctrica (R)

La resistencia eléctrica se define como la mayor o menor oposición brindada por un conductor que es atravesado por la corriente eléctrica. Se mide en ohmios que es representada por la letra griega omega (Ω).

La resistencia de un conductor depende básicamente de cuatro factores:

- El material de que está hecho (resistividad)
- La longitud del mismo
- La sección del conductor
- La temperatura (Orza, 2011).

La resistencia eléctrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R = \rho * \frac{l}{s}$$

Donde:

R: Resistencia Eléctrica (Ω)

ρ : Resistividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

l: Longitud del conductor (m)

s: Sección del conductor (mm^2)

(Ecuación 1)

234. Frecuencia (f)

La frecuencia es definida como las repeticiones por unidad de tiempo de un evento que es periódico, para el cálculo de dicho valor se contabiliza el número de ocurrencias del evento, teniendo en cuenta un intervalo temporal, para posteriormente dividir la cantidad de ocurrencias del suceso para el tiempo que ha transcurrido. La frecuencia es medida en hercios (Hz) (Krane, 2001).

La frecuencia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1}{p} ; p = \frac{1}{f}$$

Donde:

f: Frecuencia (Hz)

p: Período en segundos (s)

(Ecuación 2)

235. Potencia Eléctrica (W)

La potencia eléctrica es la unidad que mide la cantidad de energía absorbida o entregada por un elemento en un tiempo determinado, o en otras palabras es la relación de movimiento de energía de un flujo por unidad de tiempo. La unidad

de medida de esta es el vatio (W) (Rela, 2011).

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$W = U * I$$

$$1W = 1V * 1A$$

Donde:

W: Potencia eléctrica (W)

U: Tensión eléctrica (V)

I: Intensidad corriente

W: Vatio

V: Voltio

A: Amperio

(Ecuación 3)

236. Potencia Aparente

Esta es la potencia que se obtiene mediante la suma vectorial de las potencias activa y reactiva. Esta es la potencia total que transportan los conductores que alimentan al circuito. Ya que en dicho circuito como se dijo anteriormente existe la potencia reactiva y activa y por los conductores que alimentan al circuito se transportan ambas potencias. La unidad de medida es el voltio-amperio (VA) (Pérez, 2011).

La potencia aparente se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = V * I = \sqrt{P^2 + Q^2} < \tan^{-1} \left(\frac{Q}{P} \right)$$

Donde:

S: Potencia aparente

V: Tensión eléctrica

I: Intensidad de corriente

P: Potencia activa

Q: Potencia reactiva

(Ecuación 4)

237. Potencia Reactiva

Es la potencia que necesitan los condensadores y las bobinas para así poder producir campos eléctricos o magnéticos, pero esta no es transformada en un trabajo útil, ya que pasa por el circuito entre los receptores, el condensador, la bobina y el generador, la unidad de medida es el voltamperio reactivo (Var) (Rela, 2011).

La potencia reactiva se calcula mediante la fórmula:

$$Q = V * I * \text{sen } \varphi$$

Donde:

Q: Potencia reactiva

V: Tensión eléctrica

I: Intensidad de corriente

(Ecuación 5)

238. Potencia Activa

Este es el tipo de potencia que es transformada en calor a través de la resistencia, es decir que esta es la única potencia que es consumida en el circuito, lo que nos dice que es esta es la que podemos aprovechar como potencia útil. La potencia activa es medida mediante instrumentos llamados vatímetros los cuales nos dan valores expresados en vatios (W) (Orza, 2011).

La potencia activa se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = V * I * \text{cos } \varphi$$

Donde:

P: Potencia activa del consumo del equipo (W)

V: Tensión eléctrica o voltaje aplicado al circuito (V)

(Ecuación 6)

239. Triángulo de potencias

Dentro de las potencias que se encuentran en la corriente alterna, se va a formar un triplete de potencias, también llamado como triángulo de potencias, se encuentra representado por potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente, con el ángulo φ (Pérez, 2011).

Las fórmulas de las tres potencias tanto en monofásica como trifásica son:

En monofásica:

Potencia activa: $P = V * I * \cos \varphi$ (vatios) (Ecuación 7)

Potencia reactiva: $Q = V * I * \sen \varphi$ (voltiamperios reactivos) (Ecuación 8)

Potencia aparente: $S = V * I$ (voltiamperios) (Ecuación 9)

En trifásica:

Potencia activa: $P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi$ (Ecuación 10)

Potencia reactiva: $Q = \sqrt{3} * V * I * \sen \varphi$ (Ecuación 11)

Potencia aparente: $S = \sqrt{3} * V * I$ (Ecuación 12)

Donde:

V: Voltaje (voltios)

I: Intensidad (amperios)

$\sqrt{3}$: Valor constante

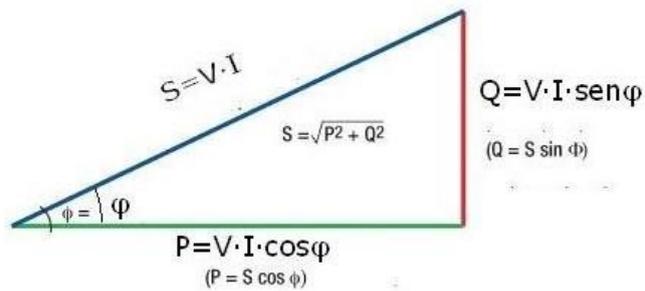


Figura 3. Esquema del triángulo de potencias.

Tomado de (Konecny, 2010).

23.10. Factor de Potencia (FP.cos)

Es la relación que existe entre la potencia aparente y la potencia activa, y esta nos sirve para medir la efectividad de una instalación eléctrica ya que esta considera varios factores para su cálculo viendo en qué tipo de energía es transformada la energía eléctrica como energía motriz, luminosa o calorífica (Krane, 2001).

23.11. Energía Eléctrica (E)

La energía eléctrica está compuesta por un conjunto de partículas esenciales como electrones, neutrones y protones. Cuando un átomo pierde electrones, se queda cargado positivamente y al contrario cuando captura electrones este queda cargado negativamente de aquí salen varios principios de uso para esta energía manifestándose en trabajo (Rela, 2011).

La energía eléctrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E = P * t \text{ (W * s)}$$

$$1J = 1W * 1s$$

Donde:

E: Energía eléctrica

P: Potencia

t: Tiempo

(Ecuación 13)

2.4. Regulación del sector eléctrico ARCONEL

La Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica, dispone que ARCONEL, en su naturaleza jurídica según el Art. 14 debe “controlar y normalizar las actividades relacionadas con el servicio público de energía eléctrica y el servicio de alumbrado público general de Quito, previniendo los intereses del consumidor o usuario final, teniendo entre sus atribuciones el dictar las regulaciones a las cuales deberán ajustarse las empresas eléctricas; el Operador Nacional de Electricidad (CENACE) y los consumidores o usuarios finales; sean estos públicos o privados, observando las políticas de eficiencia energética, para lo cual están obligados a proporcionar la información que le sea requerida”, las mismas que son aprobadas con anticipación y remitidas por su Directorio (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019).

A continuación, se exponen definiciones establecidas por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, en base al tipo de industria y a la demanda de consumo de energía eléctrica.

241. Demanda Máxima (DM)

La demanda máxima o también llamada demanda facturable mensual (DF), es la demanda señalada en el mes por el medidor correspondiente de demanda, debe ser un valor menor al 60% del valor de la máxima demanda de los últimos doce meses incluyendo el mes de facturación (DM_{max12}) (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019).

$$DF = \{60\% * DM_{max12}\} \text{ si } DM < 60\% * DM_{max12}$$

$$DM \quad \text{si } DM \geq 60\% * DM_{max12}$$

Donde:

DF: Demanda máxima facturable

DM: Demanda máxima mensual del consumidor

DM_{max12} : Demanda de los últimos doce meses incluyendo el mes de facturación

(Ecuación 14)

242 Demanda Horaria para industrias de medio y alto voltaje (FGDI)

Según lo establecido por el ARCONEL (2019) la demanda horaria para los consumidores industriales en medio y alto voltaje que dispongan de un registrador con demanda horaria se obtiene de la siguiente manera:

$$FGDI = \left[0.5833 \times \frac{DP}{DM} + 0.4167 \times \frac{DP^2}{DM} \right]$$

$$\text{si } \frac{DP}{DM} < 0.6; \text{ si } 0.6 \leq \frac{DP}{DM} \leq 0.9; \text{ si } 0.9 < \frac{DP}{DM} \leq 10.0$$

Donde:

FGDI: Demanda Horaria para industrias de medio y alto voltaje

DP: Demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18:00 a 22:00 horas)

DM: Demanda máxima mensual del consumidor (Ecuación 15)

243 Facturación (FSPEE)

La facturación del servicio de energía eléctrica es la sumatoria de los rubros económicos de los componentes de: energía, pérdidas en transformadores, potencia, comercialización y penalización por bajo factor de potencia, depende de las características del consumidor regulado (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019).

La facturación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$FSPEE = E + P + PIT + C + P_{BFP}$$

Donde:

FSPEE: Facturación por servicio público de energía eléctrica (USD)

E: Energía

P: Potencia

PIT: Pérdidas de transformadores

C: Comercialización

P_{BFP} : Penalización por bajo factor de potencia (Ecuación 16)

La facturación depende del tipo de distribuidor, ya que se ve en la obligación de tomar datos y dar lectura al consumidor regulado, de acuerdo con la tarifa vigente establecida en el Pliego Tarifario, sobre la base de mediciones directas y mensuales, que corresponden a lecturas mayor o igual a 28 días y menor o igual a 33 días, de tal manera que se puedan emitir como máximo las doce facturas que se consumieron al año. La distribuidora debe encuadrar los cronogramas de las fechas en donde se realiza la toma de lectura de acuerdo con el concepto “mes de consumo” y para la facturación se debe utilizar el nivel tarifario sobresaliente (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019).

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

El análisis de eficiencia energética que se realizó en las dos imprentas permitió analizar varios puntos mediante el ciclo de mejora continua propuesto por la norma ISO 50001, y se estructura en cuatro fases:

3.1. Fases de la metodología

3.1.1. Fase I. Recopilación de información

Se realizó una visita previa con el/la gerente de cada empresa para obtener el permiso del ingreso a las instalaciones, y así dar a conocer sobre el trabajo de titulación que se va a realizar, de tal manera que se pueda acordar los horarios para poder realizar las mediciones, así como también conocer al personal encargado de la maquinaria en cada una de las empresas. También se realizó la inspección a todas las áreas de trabajo, tanto al área de producción como a las áreas administrativas para conocer el estado de los equipos eléctricos y de las actividades que se realizan en las dos industrias a analizar.

Previo a la visita técnica se realizó el levantamiento de información sobre el número de trabajadores. La empresa mediana cuenta con 22 empleados en el área administrativa; mientras que el área de producción y maquinaria cuenta con 26 empleados, y en la empresa pequeña el área administrativa cuenta con 5 empleados y 1 empleado en el área de producción y maquinaria. Por último, mediante encuestas se obtuvo el total de horas de trabajo, tomando en cuenta las horas extras que realizan.

3.12 Fase II. Recopilación de datos y toma de mediciones

Se realizó el levantamiento de información sobre el funcionamiento de los equipos, el número de computadores existentes, información sobre todos los equipos que consuman energía y un inventario de la maquinaria utilizada en el proceso de impresión. Para las mediciones se llevó a cabo el método instantáneo para los equipos con menos de 110V, que son los insumos de oficina, en donde se midió la potencia en W, considerando el número de horas que se utilizó el equipo y, para la maquinaria del área de producción se empleó la pinza amperimétrica para calcular la potencia y para conocer las horas de funcionamiento de los equipos. Finalmente se realizaron encuestas a cada uno de los operarios de la maquinaria, tal como se muestran en los anexos 3 y 4.

3.13 Fase III. Balance Energético

Se realizaron encuestas al personal administrativo para estimar las horas de funcionamiento de los equipos, las áreas y personal que trabaja en las empresas involucradas. Para realizar el balance energético global, se solicitó a los gerentes de cada empresa los registros de las planillas de consumo energético, del mes en donde existe más producción, las cuales serán utilizadas para realizar la comparación de la energía que se consume mensualmente con las mediciones que se realizaron dentro de las instalaciones, y así poder identificar el rendimiento energético en las instalaciones y procesos que se encuentran vinculados con el uso de energía. Dentro de las planillas se observó el consumo total energético en cada una de las empresas, las cuales se encuentran en los anexos 1 y 2.

3.1.4. Fase IV. Evaluación de las áreas críticas y propuestas de mejora

Mediante la evaluación de los resultados obtenidos se determinaron las áreas críticas y los equipos de mayor consumo; así como también prácticas y procedimientos de gestión existentes y por desarrollar. Todo esto se realizó con el fin de proponer medidas de ahorro, que se basaron principalmente en manuales energéticos e indicaciones sobre el correcto uso de la energía contenidos en normas internacionales como INEN-ISO 50.001 y española.

3.2. Diagrama de flujo de las actividades realizadas

En el siguiente diagrama se puede observar el resumen de los pasos realizados durante todo el proceso.

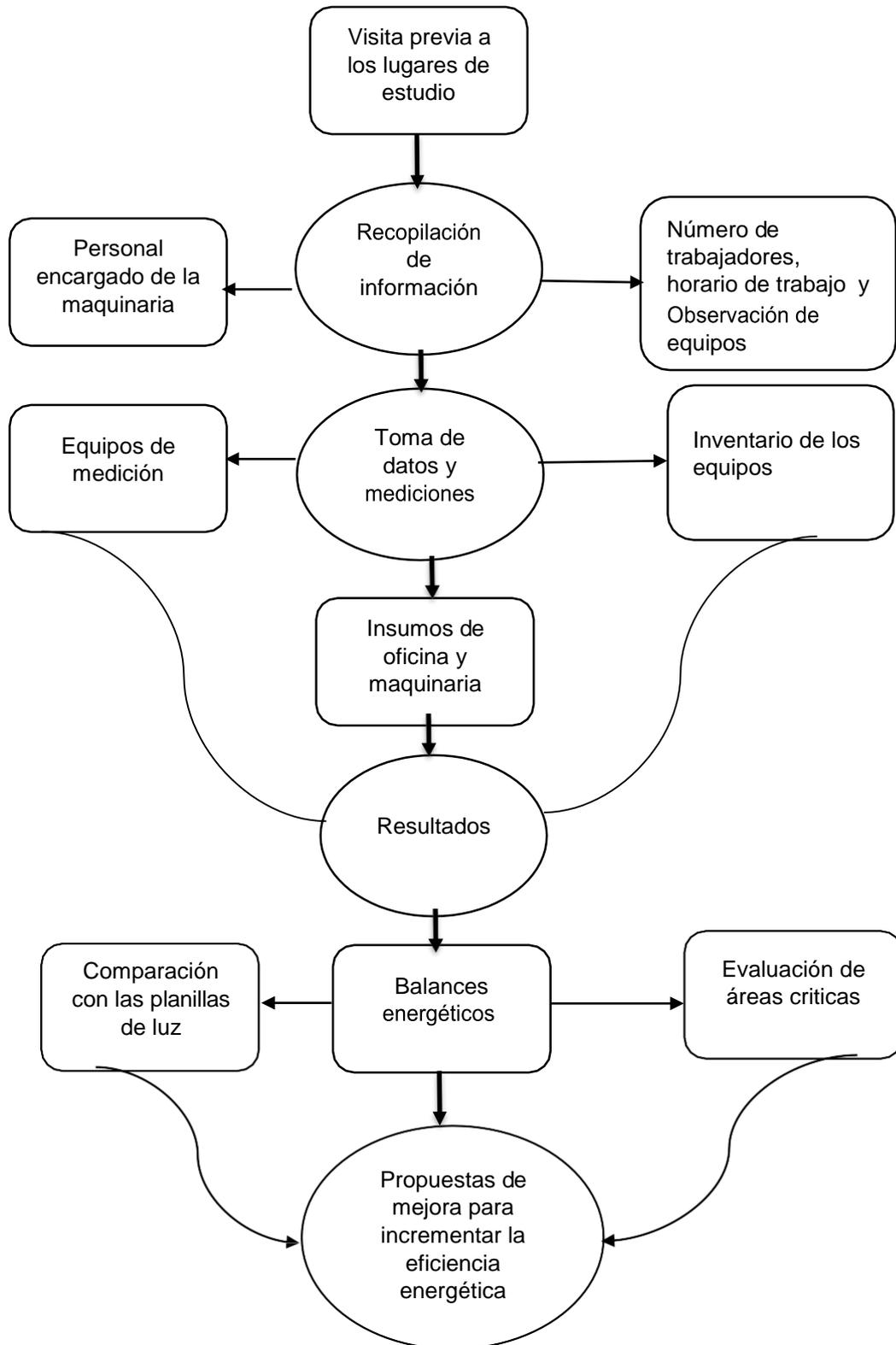


Figura 4. Resumen de la Metodología.

3.3. Equipos de medición

Para realizar la auditoría energética interna se utilizaron dos equipos de medición, que se definen a continuación:

Para la maquinaria que se encuentra en la mediana empresa en el taller de producto en proceso, se utilizó la pinza amperimétrica con multímetro trifásico para medir la potencia, que está diseñado para los equipos con conexión de 220V, una de las características de este equipo es medir potencia y sirve para diferentes fases, ya sea bifásica o trifásica. Para la maquinaria que se encuentra en el área administrativa, que son los insumos de oficina, se utilizó el medidor de consumo eléctrico que sirve para equipos con conexiones de 110V.

3.3.1. Medidor de consumo eléctrico o Vatímetro contador

El medidor de consumo de energía eléctrica proporciona la información en tiempo real del consumo eléctrico para equipos de 110V que se encuentre conectado al equipo. Está empleado para dar a conocer la electricidad consumida y la eficiencia de operación, según las funciones del equipo se puede modificar el costo por unidad de energía, de acuerdo a cada país y tarifas correspondientes. El equipo presenta varios datos como: el tiempo en días y horas, potencia activa (W), consumo acumulado (kWh), frecuencia (Hz), voltaje (V), corriente (A), factor de potencia (COS), potencia mínima y máxima (W) y costo por kWh consumido de energía. Este instrumento funciona conectando el medidor a la pared, y después al equipo electrónico que se desea medir, se debe instalar una pila recargable, para poder almacenar la electricidad total y configuración de la memoria (LEDBOX, 2019).

El equipo se lo dejó enchufado durante una semana en los insumos de oficina de cada una de las empresas, para poder obtener resultados más precisos.



Figura 5. Medidor de consumo eléctrico
Tomado de (Intertek, 2019).

3.3.2 Pinza amperimétrica con multímetro trifásico de medición de potencia

Para la medición de los equipos del área de proceso, se utilizó la pinza amperimétrica que sirve para medir corrientes de 220V, llamada HoldPeak hp 850f. Este equipo tiene la capacidad de medir todas las fases de la maquinaria y proporciona varios datos como: potencia activa (kW), potencia aparente (kVA), potencia reactiva (KVar), factor de potencia (COS), estos datos permiten calcular el consumo en kWh de la maquinaria.

Para realizar la medición, la llave selectora se ubica en cada una de las instalaciones de corriente sea alterna o continua, luego se coloca la pinza en uno de los cables y se comprueba si por el conductor está pasando la corriente. El instrumento indicará la cantidad de corriente que se dirige hacia la carga (Proenergía, 2011).

Las mediciones se realizaron en los meses de noviembre y diciembre, ya que son los meses con mayor productividad en cada una de las empresas. Se conectó el equipo de medición en la maquinaria que se encuentra en el área de

proceso, tomando en cuenta que son instalaciones trifásicas.



Figura 6. Pinza Amperimétrica HoldPeak 850f.

4. CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo contiene los resultados obtenidos durante la toma de datos de las mediciones eléctricas realizadas en cada una de las imprentas ya mencionadas en la investigación, con el fin de cumplir con los objetivos mencionados en el trabajo de titulación.

4.1. Balances energéticos

4.1.1. Balance energético horario de la imprenta TASKI S.A.

Tabla 1.

Balance Energético horario A L-V 08h00 - 18h00.

Horario	Consumo	Valor	Comparación planilla	
L-V 08h00 - 18h00	KWh/mes	\$	\$	KWh/mes
Área administrativa	320.5	28.043925		
Área producto en proceso	10623.3	926.695		
Total	10943.8	954.738925	952.56	10886.4
Porcentaje de error			0.5%	0.5%

Tabla 2.

Balance Energético horario B L-V 18h00 - 22h00.

Horario	Consumo	Valor	Comparación planilla	
L-V 18h00 - 22h00	KWh/mes	\$	\$	KWh/mes
Área administrativa	320.5	32.5		
Área producto en proceso	1447	146.9		
Total	1767.502	179.4	173.12	1705.6
Porcentaje de error			3.6%	3.6%

Tabla 3.

Balance Energético horario C L-V 22h00 - 08h00 S, D y F 22h00 - 08h00.

Horario	Consumo	Valor	Comparación planilla	
L-V 22h00 - 08h00 S, D y F 22h00 - 08h00	KWh/mes	\$	\$	KWh/mes
Área administrativa	320.5	15.74		
Área producto en proceso	4290.5	210.7		
Total	4611.03	226.4	221.6	4513.6
Porcentaje de error			2.2%	2.2%

Tabla 4.

Balance Energético horario D S, D y F 18h00 - 22h00.

Horario	Consumo	Valor	Comparación planilla	
S, D y F 18h00 - 22h00	KWh/mes	\$	\$	KWh/mes
Área administrativa	0	0		
Área producto en proceso	413.68	36.197		
Total	413.68	36.197	35.28	403.2
Porcentaje de error			2.6%	2.6%

De acuerdo con la planilla de energía eléctrica del mes de noviembre del 2019, adjuntada en el anexo 1; la imprenta TASKI S.A. tiene un tipo de tarifa Industrial con demanda horaria diferenciada, esto significa que se cobran cuatro tarifas en cuatro horarios diferentes que son:

Energía act. hor. A L-V 08h00 - 18h00

Energía act. hor. B L-V 18h00 - 22h00

Energía act. hor. C L-V 22h00 - 08h00 S, D y F 22h00 - 08h00

Energía act. hor. D S, D y F 18h00 - 22h00.

Se realizó el balance para cada uno de los horarios mencionados donde se obtuvo un porcentaje de error del 0.5%, 3.6%, 2.2% y 2.6% respectivamente, el cual se encuentra dentro del rango permitido. El margen de error encontrado depende de varios factores, uno de ellos es porque en la metodología de la investigación no se incluyó el balance del consumo energético en las luminarias, ya que el consumo es mínimo comparado a la maquinaria que utilizan, así como también las pérdidas que se generan en las instalaciones el uso de conexiones eléctrica deficientes o inadecuadas.

4.12 Balance energético de la imprenta MM SERVIGRAF

Tabla 5

Balance energético horario de trabajo.

Horario	Consumo	Valor	Comparación planilla	
L-V 09H00-18H00	KWh/mes	\$	\$	KWh/mes
Área administrativa	32.28	2.61		
Área impresión	256	20.74		
Total	288.28	23.35	22.68	280
Porcentaje de error			2.9%	2.9%

En base a la planilla de energía eléctrica del mes de noviembre del 2019; adjuntada en el anexo 2, la imprenta MM SERVIGRAF, tiene un tipo de tarifa BT Comercial, esto significa que cuenta con una demanda horaria única. Se realizó el balance de acuerdo a su horario de trabajo que es de 09h00 – 18h00, en donde

se obtuvo un porcentaje de error del 2.9%, el cual se encuentra en el margen de error permitido. El margen de error se dio por que no se realizó el análisis del consumo energético en luminarias de la empresa debido a que el consumo es mínimo comparado con la maquinaria que utilizan.

4.2. Áreas de mayor consumo

Se identificaron las áreas de trabajo de mayor consumo energético en KWh, en cada una de las imprentas, de tal manera que se puedan dar propuestas de mejora para cada una de las áreas analizadas.

4.2.1. Áreas de mayor consumo en la imprenta TASKI S.A.

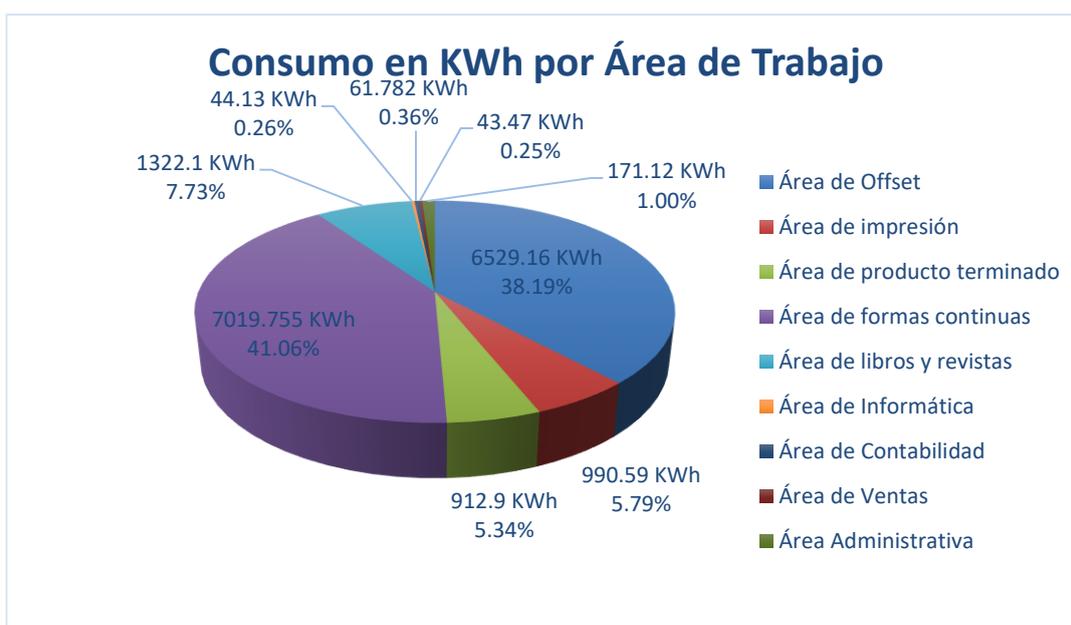


Figura 7. Áreas de mayor consumo energético identificado en TASKI S.A.

En la Figura 7 se detalla el consumo energético identificado por áreas de trabajo en KWh y su porcentaje, en donde se indica que el área de mayor consumo se encuentra ubicada en el taller donde se realizan los procesos de pre-impresión, impresión y post-impresión, tomando en cuenta que el “área de formas continuas” representa el 41.06%; siendo el más alto, el cual se encuentra en la fase de impresión, ya que en esa fase utilizan equipos industriales con consumo

de energía elevado y son usados la mayor parte del tiempo.

4.2.2 Áreas de mayor consumo en la imprenta MM SERVIGRAF

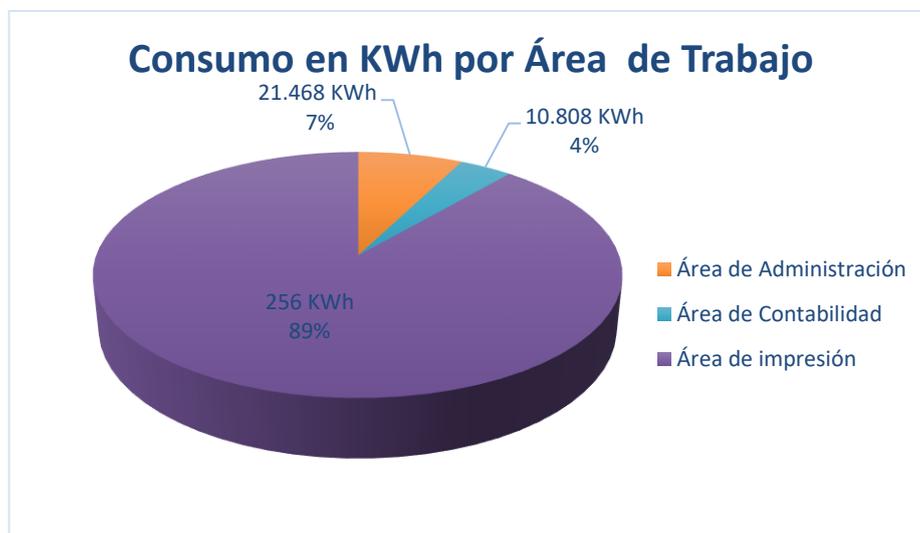


Figura 8. Áreas de mayor consumo energético identificado en MM SERVIGRAF.

En la Figura 8 se detalla el consumo energético identificado por áreas de trabajo en KWh y su porcentaje, en donde se indica que el área de mayor consumo representa el 89% y se encuentra en el área de impresión, en donde elaboran facturas principalmente, el taller cuenta con dos máquinas para realizar este proceso y se encuentran en constante uso.

4.3. Propuestas de eficiencia energética

Para la elaboración del plan de acción se tomó en cuenta todos los equipos por cada área de trabajo, para poder optimizar de mejor manera los recursos y reducir el consumo energético. Se realizaron propuestas por cada imprenta en estudio, las cuales se encuentran detalladas en la Tabla 6 y 7.

4.3.1. Propuestas imprenta TASKI S.A.

Tabla 6.

Propuestas de eficiencia energética de la imprenta TASKI S.A

Área de trabajo	Equipo	Modelo	Propuestas de ahorro energético	Plazo de aplicación	Tiempo de efectividad	Condiciones Actuales	Después de la medida	Ahorro kWh	% Ahorro respecto al Total
Área de Offset	Prensa	Komori Lithrone S40P	1. Automatizar la limpieza directa de cauchos y cilindros de impresión.	Corto	Inmediata cuando se realice la configuración	714	650	64	0.6
		Komori L529 tc	2. Trabajar a su máxima velocidad.	Corto		275.2	210	65.2	0.6
		Komori 28 Lithrone	3. Destinar a cada proceso su configuración respectiva.	Corto		595.2	523	72.2	0.7
		Komori 20 Lithrone	4. Comprar las tintas que recomienda el fabricante.	Corto		1754.4	1618	136.4	1.3
Área de impresión	Impresora	Heidelberg Speedmaster	1. Guardar cada proceso de impresión que realicen, para usarlo en trabajos posteriores.	Corto	Inmediata cuando se realice la configuración	186.6	150	36.6	0.3
		Heidelberg Speedmaster	2. Utilizar el dispositivo de lavado de paño, para su mantenimiento. 3. Trabajar en potencia fija, independiente a la velocidad en la que se imprima.	Corto		Inmediata cuando se realice la configuración	272	252	20

Área de formas continuas	Troqueladora	TYML 750 A	1. Para trabajos más elaborados es recomendable la troqueladora semiautomática, ya que es más eficiente en procesos de alta producción.	Largo	De 2 a 3 meses	235.8	170	65.8	0.6
		Rotatek RK 250	1. Situar a los tinteros en posición autocero y control longitudinal, mediante control remoto.	Corto	Inmediata cuando se realice la configuración	1472	1400	72	0.7
	Prensa	Rotatek MP150 5	2. Configurar en velocidad mecánica de 200 m/min.	Corto	Inmediata cuando se realice la configuración	1050.6	998	52.6	0.5
		Rotatek 150 mxnm	3. Guardar cada proceso de impresión que realicen, para usarlo en trabajos posteriores.	Corto	Inmediata cuando se realice la configuración	1043	961.5	81.5	0.8
	Colectora	Rotatek RC3 SPRINT	1. Activar el sistema motriz de bandas, poleas y piñones. 2. Para realizar el trabajo se debe actualizar a un sistema de ejes rotativos de forma mixta.	Corto	1 mes	302	215.7	86.3	0.8

	Guillotina	Polar 115E	1. Para alcanzar una alta eficiencia se puede equipar con aparatos periféricos (elevador de pila, vibradora automática, compensador, entre otros.	Medio	De 2 a 3 meses	487.5	411	76.5	0.7
Área de libros y revistas	Grapadora	Presto	1. Su velocidad debe alcanzar los 9000 ciclos/h.	Corto	Inmediata cuando se realice la configuración	193.2	178	15.2	0.1
		Amigo PLUS	2. Configurar a la máquina a opción automática.	Corto		597.6	578.4	19.2	0.2
	Encoladora		1. Ingresar espesores de libros de 3 a 60 mm.						
		Acoro A-5	2. Configuración recomendada a realizar directamente desde la PC.	Corto		531.3	515.3	16	0.2
Área de producto terminado	Perforadora	Garrido HP-60HD	3. Activar el modo automático para su uso.	Corto	Inmediata	367.2	321.4	45.8	0.4
	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 1	1. Operar una sola persona la máquina para obtener más eficiencia y producción.	Corto	Inmediata	241.5	211.7	29.8	0.3

		en desuso la máquina.						
	Original Heidelberg 2 oficio	1. Desconectar cuando está en desuso la máquina.	Corto	Inmediata	304.2	288.6	15.6	0.1
Total					10623	9652.6	970.7	9.1

La Tabla 6 indica las propuestas planteadas para la imprenta TASKI S.A.; las cuales se encuentran enfocadas en la aplicación de configuraciones que se pueden realizar en cada una de las máquinas del taller, por lo que no necesitan inversión alguna.

4.3.2 Propuestas Imprenta MM SERVIGRAF

Tabla 7.

Propuestas de eficiencia energética de la imprenta MM SERVIGRAF.

Área de trabajo	Equipo	Propuesta de ahorro energético	Plazo de aplicación	Tiempo de efectividad
Área administrativa Área de informática	Computadores	1. Desconectar los computadores al terminar su jornada laboral.	Corto	Inmediata
Área de impresión	Impresora	1. Cambio de maquinaria. 2. Dar mantenimiento periódicamente.	Largo	De 2 a 3 meses
	Guillotina	1. Cambio de maquinaria. 2. Dar mantenimiento periódicamente.	Largo	De 2 a 3 meses

La Tabla 7 indica las propuestas de eficiencia energética planteadas para la imprenta MM SERVIGRAF, por área de trabajo, dando opciones de mejora, para el cambio de maquinaria se hizo el análisis de TIR y VAN.

4.4. Análisis de las propuestas de eficiencia energética

4.4.1. Imprenta TASKI S.A.

4.4.1.1. Área de Offset

Dentro del área Offset se encuentra maquinaria tipo prensa, las propuestas planteadas tienen como base las configuraciones establecidas por el fabricante KOMORI CORPORATION (2017), y se indican a continuación:

- **Opción 1:** La prensa Komori viene equipada con el proceso automático y sencillo de limpieza, de cauchos, cilindros de impresión y rodillos entintadores, se debe realizar la configuración, que se encuentra en la máquina.
- **Opción 2:** El sistema automático de planchas sin doblado (Full-APC), ofrece el alcance a una velocidad máxima, permitiendo cambiar cuatro planchas en apenas 2 minutos y 20 segundos, reduciendo el tiempo de trabajo de 15 minutos a 7 minutos.
- **Opción 3:** La prensa Komori cuenta con un sistema de configuración, para poder guardar los trabajos realizados, de tal manera que para cada proceso de impresión exista la respectiva configuración y se pueda seleccionar el trabajo que se quiere desarrollar, para poder optimizar el tiempo y reducir el consumo de energía.
- **Opción 4:** Los productos y tintas de Komori cumplen con la normativa de Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS) de la Unión Europea, de tal manera que reducen el uso de sustancias tóxicas como los compuestos orgánicos volátiles (COV's) que se liberan durante la impresión y reducen la contaminación del ruido.

4.4.1.2. Área de impresión

El área de impresión cuenta con dos máquinas: Impresora Heidelberg Speedmaster, que según su manual cuenta con sistemas de configuración para reducir el consumo energético y la troqueladora. A continuación, se presenta las opciones de mejora para cada máquina:

Impresora Heidelberg

- **Opción 1:** El software "Color Assistant Pro", adapta los ajustes a los

requerimientos de impresión que se dan a cada momento. Cuando se ha logrado el entintado, se pulsa el botón para guardar el ajuste realizado y luego se podrá utilizarlo en trabajos a futuro.

- **Opción 2:** El dispositivo de lavado del paño es más rápido y eficiente que el que trabaja con un cepillo, para realizar el mantenimiento se debe activar esta opción directamente de la máquina. Consume poca agua, los resultados son efectivos y no presenta inconvenientes al momento de la expulsión.
- **Opción 3:** Los componentes individuales de la impresora trabajan a una potencia fija independiente a la velocidad en la que se está imprimiendo. Por esta razón cuando se imprime a altas velocidades, este consumo fijo de energía se distribuye en más trabajo generado, lo que reduce el uso excesivo de energía. Con Speedmaster se alcanza la velocidad de producción media más elevada, lo que hace que consigan la máxima eficiencia energética en relación a la producción neta.

Troqueladora

- **Opción 1:** Para el proceso de troquelado, se utiliza una máquina híbrida muy antigua, llamada troqueladora plano cilíndrico. Estos equipos poseen ciertas restricciones, por ejemplo, poseen bajas velocidades de operación. Si se desea utilizar la máquina para trabajos más elaborados es recomendable utilizar la troqueladora semiautomática Yawa, que va a permitir un proceso más rápido y eficiente al momento de realizar la operación.

4.4.1.3. Área de Formas continuas

El área de formas continuas cuenta con: tres prensas. Las propuestas planteadas tienen como base las configuraciones establecidas por el manual del fabricante Advantage Machinery (2015); así como, la colectora del mismo fabricante y la guillotina POLAR 115 E. A continuación, se detalla las opciones para cada maquinaria:

Prensa ROTATEK

- **Opción 1:** El rápido cambio de formato permite situar a los tinteros en posición autocero y control longitudinal, mediante control remoto, dando como resultado una rotativa versátil, de alta productividad y una lata eficiencia energética.
- **Opción 2:** Activar la opción de velocidad mecánica de 220 m/min, esto permite la realización del trabajo automático. Trabajar a grandes velocidades proporciona eficiencia energética y más trabajo elaborado en menor tiempo.
- **Opción 3:** La prensa ROTATEK cuenta con un sistema de configuración, para poder guardar los trabajos realizados, de tal manera que para cada proceso de impresión exista la respectiva configuración y se pueda seleccionar el trabajo que se quiere desarrollar, para poder optimizar el tiempo y reducir el consumo de energía.

Colectora ROTATEK

- **Opción 1:** La colectora numérica permite activar el sistema motriz de bandas, poleas y piñones, lo que genera un movimiento motriz de canea, al adaptar el motor eléctrico acoplado a un reductor que se conecta con un rodukki, esto genera que el área de engrapado de papel sea más eficiente.
- **Opción 2:** Para la colección de papel es recomendable activar el sistema de ejes rotativos de forma mixta (longitudinal y vertical), esto permite coleccionar hasta 4 papeles continuos, reduciendo el uso de papel y evitando que se genere variaciones entre procesos.

Guillotina POLAR 115 E

- **Opción 1:** Si se desea formar sistemas completos de corte La POLAR 115 cuenta con aparatos externos como: elevador de pila, vibradora automática, compensador, sistema de transporte de pinzas, sistemas de carga y descarga, de tal manera que reduzca el tiempo de uso,

minimizando el consumo de energía.

4.4.1.4. Área de libros y revistas

El área de libros y revistas se encuentra conformada por una grapadora Presto y dos encoladoras. A continuación, se detalla las opciones de mejora para cada maquinaria:

Grapadora Presto

- **Opción 1:** Activar la velocidad máxima, alcanzando los 9000 ciclos/h, de tal manera que la maquina logré altas velocidades, este consumo fijo de energía se distribuye en más trabajo generado, lo que reduce el uso excesivo de energía.
- **Opción 2:** Para el proceso de corte y salida del material se pueden seleccionar tres variantes de salida. Posteriormente se automatiza la formación de paquetes, para obtener un mejor rendimiento de la misma, en los diferentes procesos que se van a realizar.

Encoladora

- **Opción 1:** La encoladora está diseñada para espesores de libros de 3 a 60 mm, se recomienda usarla en esos espesores para garantizar el uso correcto y eficiente de la máquina.
- **Opción 2:** Los datos deben ser introducidos directamente en la pantalla o mediante conexión desde PC.
- **Opción 3:** Activar la opción de trabajo automático, para realizar el trabajo de manera eficiente.

4.4.1.5. Área de producto terminado

Dentro del área de producto terminado se encuentran la perforadora Advantage Machinery y dos máquinas tipográficas Heidelberg. A continuación, se detalla las opciones de mejora para cada maquinaria:

Perforadora Advantage Machinery

- **Opción 1:** Es recomendable que la máquina sea operada por un solo operador, de tal manera que permite una alta eficiencia y producción.

Máquina tipográfica Heidelberg

- **Opción 1:** Siempre se recomienda desconectar este tipo de maquinaria ya que, con el avance de la tecnología, tienen la facilidad de ser encendidos de manera manual, pero la contraparte es que el “modo de espera” o “stand by” no les permite apagarse totalmente. Por esta razón se debe desconectar el equipo.

442 Imprenta MM SERVIGRAF

4.4.2.1. Área administrativa y de informática

- **Opción 1:** El área administrativa y de informática cuenta con 6 computadores, se recomienda desconectarlos al terminar la jornada laboral, esto ayudará a largar la vida útil del equipo, y además al ahorro de consumo de energía.

4.4.2.2. Área de impresión

El área de impresión cuenta con una impresora y una guillotina, para el cambio de maquinaria se realizó el análisis del TIR y VAN; las cuales se encuentran detalladas en las tablas 8 y 9.

Impresora Chief 15

- **Opción 1: Cambio de equipo**

Tabla 8.
Cambio de equipo (Impresora).

Cambio de equipo (Impresora)	
Costo Inicial	\$8,000
Ahorro anual	\$97.2
Tasa de interés	10.95%
VAN	-\$4,756.12
TIR	-53%
Retorno Inversión	2.63

Guillotina Triumph cutter

- **Opción 1: Cambio de equipo**

Tabla 9.

Cambio de equipo (Guillotina).

Cambio de equipo (Guillotina)	
Costo Inicial	\$3,000
Ahorro anual	\$126.36
Tasa de interés	10.95%
VAN	-\$1,450.83
TIR	-23%
Retorno Inversión	2.43

4.5. DISCUSIÓN

4.5.1. Imprenta TASKI S.A.

El balance energético fue realizado, en base al tipo de tarifa Arconel Industrial con demanda horaria diferenciada; y el consumo para cada uno de los horarios, tal como se indica en los anexos 9, 10, 11 y 12, respectivamente; obteniendo como resultados lo siguiente: el horario. A L-V 08h00 - 18h00 con un consumo de 10943,8 KWh/mes, el horario. B L-V 18h00 - 22h00 con 1767,5 KWh/mes, el horario C L-V 22h00 - 08h00 S, D y F 22h00 - 08h00 con 4611,02 KWh/mes y el horario D S, D y F 18h00 - 22h00 con un consumo de 413,68 KWh/mes. Siendo el horario A, en donde más se utiliza el consumo de energía eléctrica, debido a

que los equipos que manejan son industriales con consumo de energía elevado y son usados la mayor parte del tiempo, tomando en cuenta que es el horario habitual de trabajo en donde se realizan todas las actividades, y la mayoría de la maquinaria se encuentra en uso.

Dentro de las áreas de consumo energético identificadas en la imprenta se analizó que el área con mayor consumo es el área de formas continuas con un 41,1%, seguida del área de Offset con un 38,2%, dentro de estas áreas se encuentra la maquinaria que más se utiliza como las prensas, tomando en cuenta que son de gran tamaño y realizan la mayoría de los procesos en la industria. Y las áreas con menor consumo energético se encuentran en los departamentos de área administrativa, el área de ventas con 0,36%, el área de informática con 0,26%, el área de contabilidad con 0,25% y el área administrativa con 1%; estas áreas están enfocadas en el consumo de energía en los computadores dando un resultado final de 320,5 KWh/mes, adjuntada en el anexo 9.

Las propuestas planteadas dentro de la imprenta son de fácil aplicación, ya que se realizan mediante la configuración de cada una de las máquinas, modificando las propiedades, de tal manera que se pueda alcanzar el ahorro esperado de 970,7 KWh/mes, tomando en cuenta que el consumo energético en condiciones actuales es de 10623,3 KWh/mes, aplicando la medida recomendada se reduce a 9652,6 KWh/mes, tal como se observa en la tabla 6. Analizando el porcentaje de ahorro dentro de cada área se obtuvo que el área de Offset tiene un 3,2% de ahorro, el área de impresión 1,2%, el área de formas continuas 3,5%, el área de libros y revistas un 0,5% y el área de producto terminado con el 0,9%, representado un total de 9,1% de ahorro respecto al total del consumo.

452 Imprenta MM SERVIGRAF

El balance energético fue realizado, en base al tipo de Tarifa Arconel BT Comercial. Se realizó el balance de acuerdo a su horario de trabajo que es de lunes a viernes de 09h00 a 18h00, dando un total de consumo energético 288,28 KWh/mes, tal como se indica en el anexo 8.

Dentro de las áreas de consumo energético identificadas en la imprenta se analizó que el área con mayor consumo es el área de impresión con un 89%, en donde elaboran facturas principalmente. El taller cuenta con dos máquinas para realizar este proceso y se encuentran en constante uso, seguida del área de administración con un 7% y el área de contabilidad que representa el 4%, siendo estas dos últimas áreas parte del departamento administrativo, utilizando equipos de oficina con un consumo de 32,28 KWh/mes, como muestra el anexo 7.

Las propuestas planteadas dentro de la imprenta se realizaron por cada área de trabajo, el área de impresión cuenta con maquinaria obsoleta por lo que se realizó el análisis del TIR y VAN, para un cambio de maquinaria y se obtuvo lo siguiente:

Impresora Chief 15

- **Opción 1:** Cambiar el equipo a uno moderno con eficiencia mejorada, ya que la impresora cuenta con 15 años de uso. Se realizó el respectivo análisis, adjuntado en el anexo 14, el ahorro que se va a generar es de 100KWh/mes, en relación con el equipo actual que tiene un consumo de 180 KWh/mes; por lo tanto, el costo de inversión inicial es de \$8,000, realizando los cálculos de valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR) da un resultado de -\$4,756.12, -39% respectivamente, realizado a un periodo de 5 años, con una tasa de interés de 10,95%, tomado de la tasa interés comercial del Banco Central del Ecuador, adjuntada en el anexo 6, para el caso de “Comercial Prioritario PYMES”, el análisis se realizó asumiendo que la impresora se venda en un año, notando que la inversión que se va a realizar no tendrá un retorno de inversión en un periodo corto, con un VAN negativo que indica que la inversión no es rentable.
- **Opción 2:** Se debe dar mantenimiento periódicamente para obtener una alta eficiencia y producción.

Guillotina Triumph cutter

- **Opción 1.** Cambiar el equipo a uno moderno con eficiencia mejorada, ya que la impresora cuenta con 15 años de uso. Se realizó el respectivo análisis, adjuntado en el anexo 14, el ahorro que se va a generar es de 130 KWh/mes, en relación con el equipo actual que tiene un consumo de 150 KWh/mes; por lo tanto, el costo de inversión inicial es de, realizando los cálculos de valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR) da un resultado de -\$1,450.8, -23% respectivamente, realizado en un periodo de 5 años, con la tasa de interés de 10,95%, tomado de la tasa interés comercial del Banco Central del Ecuador, adjuntada en el anexo 6, para el caso de “Comercial Prioritario PYMES”, el análisis se realizó asumiendo que la impresora se venda en un año, notando que la inversión que se va a realizar no tendrá un retorno de inversión en un periodo corto, con un VAN negativo que indica que la inversión no es rentable.
- **Opción 2:** Se debe dar mantenimiento periódicamente para obtener una alta eficiencia y producción.

Y para el departamento de administración que cuenta con 6 computadores, se planteó la propuesta de desconectar los equipos al terminar la jornada laboral, debido a que esto ayudará a largar la vida útil del equipo, y además al ahorro de consumo de energía.

453. Comparación entre las dos imprentas

Se puede evidenciar que la maquinaria utilizada en el área de impresión, como la guillotina y la impresora, son indispensables para las dos imprentas; sin embargo, el consumo de energía en la imprenta MM SERVIGRAF en KWh y su porcentaje fue de 256 KWh/mes y 89%; en la imprenta TASKI S.A. fue de 946,1 KWh/mes y 5,79%, como se indica en los anexos 8 y 9. Esto debido a que en la industria pequeña únicamente se desarrolla esa actividad; mientras que, en la grande se enfocan en las tres fases de producción que son: Pre-impresión, impresión y post-impresión.

Los balances energéticos en las dos imprentas, fueron realizados en los meses

de mayor producción (noviembre y diciembre), de acuerdo al análisis realizado en las planillas de energía eléctrica, adjunto en los anexos 1 y 2.

El consumo de energía eléctrica de la imprenta MM SERVIGRAF, cuenta con un tipo de tarifa BT Comercial, esto significa que cuenta con una demanda horaria única, en comparación con la imprenta TASKI S.A.; tiene un tipo de tarifa Industrial con demanda horaria diferenciada, esto significa que se cobran cuatro tarifas en cuatro horarios diferentes.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Después de realizar los balances energéticos por cada horario de trabajo en la mediana industria, se concluye que el horario A L-V 08h00 - 18h00, es el que consume mayor cantidad de energía, ya que es en donde utilizan toda la maquinaria, tanto en el taller como en el área administrativa, dando un total de consumo energético de 10943.802 KWh/mes, el cual se encuentra en relación con la planilla de energía eléctrica, con un margen de error del 0,5% referente al valor actual; siendo estos análisis importantes para identificar en que área se encuentra el mayor consumo de energía, y determinar los equipos que necesitan mayor cuidado y observación para conseguir disminuir el consumo energético en un valor aproximado entre el 5% a 10%, el cual después de aplicar las medidas de eficiencia energética propuestas se obtuvo un 9,1% de ahorro.

Para la industria pequeña se realizó un balance energético, ya que cuenta con demanda horaria única, con un tipo de tarifa BT Comercial, dando un total de consumo energético 288,28 KWh/mes, relacionado con la planilla de energía eléctrica, con un margen de error del 2,9% referente al valor actual; el cual después de aplicar las medidas de eficiencia energética propuestas se obtuvo que el cambio de maquinaria no es recomendable ya que la inversión es muy alta referente al valor inicial, por lo que se debe aplicar la opción de mantenimiento periódico en cada una de las máquinas que utilizan.

La maquinaria encontrada dentro del taller de la industria mediana, se encuentran normalizadas por la ISO 50001, debido a que son equipos modernos y con menor consumo de energía, por esta razón las propuestas de ahorro de eficiencia energética se encuentran enfocadas en la aplicación de configuraciones que se pueden realizar en cada una de las máquinas, modificando las propiedades de manera inmediata, por lo que no necesitan inversión alguna.

La industria pequeña cuenta con maquinaria obsoleta por lo que se realizó el análisis del TIR y VAN, en el área de impresión y se plantearon dos opciones de mejora, tomando en cuenta que dentro del estudio no es factible cambiar la maquinaria, ya que la inversión que se va a realizar no tendrá un retorno de inversión en un periodo corto, y el valor de la inversión es alta referente al proceso que realizan en la empresa.

5.2. Recomendaciones

En base a las encuestas realizadas que se encuentran en los anexos 3 y 4, se logró determinar que no han realizado anteriormente un diagnóstico del consumo energético, por lo que es recomendable realizar una auditoría de seguimiento para verificar la efectividad de las medidas propuestas en ambas industrias.

En las dos industrias analizadas se recomienda que, al terminar la jornada laboral, se desconecten los computadores, a fin de alargar la vida útil de los equipos y, contribuir con el ahorro de energía.

La industria mediana debería implementar todas las propuestas generadas, ya que son de fácil aplicación y se han centrado en la configuración propia de cada una de las máquinas, modificando sus propiedades operativas.

REFERENCIAS

- Advantage Machinery. (2015). Rotatek RK250. Recuperado el 02 de enero de 2020 de:
<http://www.garridousa.com/website/userfile/machines/machine186/HP-60HD.pdf>
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2019). Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas. Servicio Público de Energía Eléctrica: Enero - diciembre 2019. Recuperado el 30 de noviembre de 2019 de:
<https://www.regulacionelectrica.gob.ec/resoluciones-pliegos-tarifarios/>
- Asociación de Empresas de Eficiencia Energética. (2017). Auditorías energéticas. Recuperado el 02 de diciembre de 2019 de:
<http://www.eurocontrol.es/wp-content/uploads/2014/07/auditorias-energeticas.pdf>.
- Banco Central del Ecuador. (2020). Tasa de interés vigente. Recuperado el 10 de enero de 2020, de:
<https://contenido.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>
- Carretero, A., & García, J. (2012). Gestión de la Eficiencia energética: Cálculo del consumo, indicadores y mejora. AENOR. España: ProQuest Ebook Central.

Asociación de Industriales Gráficos. (2010). Manual de Eficiencia Energética para la Industria Gráfica. Santiago de Chile, Chile.

CONELC. (2013). Plan Maestro de Electrificación (2013-2022). Quito, Ecuador.

Dirección de Análisis y Estrategia de Energía. (mayo, 2016). Estado de la eficiencia energética en Ecuador: identificación de oportunidades. CAF.

Dirección Metropolitana Ambiental. (2008). GUÍA DE PRÁCTICAS AMBIENTALES EN ARTES GRÁFICAS E IMPRENTAS. Quito, Ecuador.

Hagraf. (2016). TYML 75O A. Recuperado el 02 de enero de 2020, de: <https://www.hagraf.com/blog/post/hip-young-woman/>.

Heilderberg. (2016). Heidelberg Speedmaster. Recuperado el 02 de enero de 2020, de: https://www.heidelberg.com/global/es/products/offset_printing/format_70_x_100/speedmaster_sx_102/efficiency_14/speedmaster_sx_1.jsp#.

INEC. (2012). Ecuador en cifras, Estadísticas Económicas. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/>.

ISO. (2011). ISO 50001:2011. Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso. Recuperado el 28 octubre de 2019 de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es:fig:1>

Komori Corporation. (2017). Komori L529 tc. Recuperado el 02 de enero de 2020

de:

https://www.sanchez.com.mx/gs/es/Archivos/Descargas/equipoKomori/LI_THRONE_G40.pdf

Krane. (2001). Corriente Alterna Sistemas trifásicos. Proyecto987.es.

LEDBOX. (2019). Ficha Técnica Controlador Medidor de Consumo Energy

Meter. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de:

<https://www.ledbox.es/iluminacion-led/medidores-controladores-consumo-eléctrico>

Medio Ambiente y Energía. (2011). La Norma ISO 50001:2011 y la Gestión de la Energía. Argentina: ISOTools.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2016). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035. Quito, Ecuador: BID.

MM SERVIGRAF. (2002). amarpages. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de:

<https://amerpages.com/spa/ecuador/items/view/23146/m-m-servigraf>

Núñez, R., & Águila, E. (2011). Energía y medio ambiente. Una ecuación difícil para América Latina: los desafíos del crecimiento y desarrollo en el contexto del cambio climático. Santiago de Chile: IDEA-USACH.

OLADE. (2016). Cambio climático y su impacto en el sector energético. Cuenca : INTI.

Orza, A. (2011). Tema 1: LA ELECTRICIDAD: CONCEPTOS, FENÓMENOS Y MAGNITUDES ELÉCTRICAS. TECNOLOGÍA 3° ESO.

Pérez, M. D. (2011). Electricidad industrial (2a. ed.). Ebook Central.

Proenergía. (2011). Electricidad. Guía. práctica para viviendas. Lima, Perú.

Rela, A. (2011). ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA. Quito.

Sáenz, G., & Muñoz, M. (2009). La eficiencia energética: análisis empírico y regulatorio. En área: Economía y Comercio Internacional. Madrid, España.

TASKI S.A. (2019). Manual de la imprenta TASKI S.A.; Quito, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Planilla de Consumo de Electricidad "TASKI S.A."



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.O.
Matriz: Bartolomeo de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200011984636

Nro. factura 001-999-031515528
Nro. doc. interno 1900193486
Fecha de emisión 05-12-2019
Fecha de vencimiento 20-12-2019
Número de autorización 0512201901179005388100120019990315155280120705212

Información del Consumidor

VALOR A PAGAR: 2576,57

CUENTA CONTRATO 200011984636

Razón social TASKI S.A. (GRUPO TASKI S.A.)
RUC 1790176147001
Código Único Eléctrico 1401560483
Geocódigo

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif
Dirección del servicio AV.GALO PLAZA ESQ ABDON CALDERON PB - KENNEDY

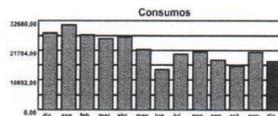
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	90001113	Días facturados	30	Factor de multiplicación	160,00
Tipo de consumo	18H00	Fecha hasta	01-12-2019	Factor de corrección	0,7257
Fecha desde	02-11-2019			Factor de potencia (FP)	0,9997
				Penalización bajo FP	0,0000

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-12-2019	68,04	1412,15	0,00	10886,40	0,00	10886,40	kWh	957,56
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-12-2019	10,66	139,76	0,00	1705,60	0,00	1705,60	kWh	173,12
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S.D.F. 22h00-18h00)	01-12-2019	28,21	780,93	0,00	4513,60	0,00	4513,60	kWh	227,62
Energía act. hor. D (S.D.F. 18h00-22h00)	01-12-2019	2,52	57,48	0,00	403,20	0,00	403,20	kWh	35,28
Energía reactiva total	01-12-2019	2,65	326,85	0,00	437,60	0,00	437,60	kVArh	0,00
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-12-2019	1,31		0,00	1,31	0,00	1,31	kW	0,00
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-12-2019	1,04		0,00	1,04	0,00	1,04	kW	0,00
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S.D.F. 22h00-18h00)	01-12-2019	0,30		0,00	0,30	0,00	0,30	kW	0,00
Demanda máx. hor. D (S.D.F. 18h00-22h00)	01-12-2019	0,13		0,00	0,13	0,00	0,13	kW	0,00
Demanda facturable	01-12-2019	209,50		0,00	209,60	0,00	209,60	kW	678,05

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00

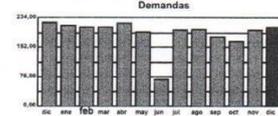


Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	1302,56
Comercialización	1,41
Valor Demanda	628,06
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	2012,04
Servicio Alumbrado Público General	106,64
Subtotal Alumbrado Público (APG)	106,64
Base I.V.A. 0%	2118,68
I.V.A. 0%	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	2118,68

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	95,16
TOTAL	95,16

TOTAL (A)	2118,68
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	2118,68
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	2118,68

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	2118,68	15	días

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO
R.U.C Beneficiario 1768155310001
Fecha de Emisión 05-12-2019
Cuenta Contrato 200011984636
RUC 1790176147001
Nombre TASKI S.A.
Dirección Servicio AV.GALO PLAZA ESQ ABDON CALDERON PB - KENNEDY

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	434,25
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	434,25

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario C. BOMBEROS DISTRITO M QUITO
R.U.C Beneficiario 1768097950001
Fecha de Emisión 05-12-2019
Cuenta Contrato 200011984636
RUC 1790176147001
Nombre TASKI S.A.
Dirección Servicio AV.GALO PLAZA ESQ ABDON CALDERON PB - KENNEDY

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	23,64
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	23,64

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	2118,68
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	457,89
TOTAL A PAGAR (USD)	2576,57

Anexo 2. Planilla de Consumo de Electricidad "MM SEERVIGRAF"



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.O.
Matriz: Barloome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto
Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 001-999-032215611
Nro. doc. Interno 3120519980
Fecha de emisión 20-12-2019
Fecha de vencimiento 04-01-2020
Número de autorización 2012201901179005388100120016990322156110036142913



K200005992934

VALOR A PAGAR: 38,61

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200005992934

Nombre cliente EGAS MERA ROSA ALCIRA (EGAS MERA ROSA ALCIRA)
Cédula 1700151028
Código Único Eléctrico 1400328718
Geocódigo 1416/M02000514

Tipo de tarifa Arconel BTGSD01 - BT Comercial
Dirección del servicio E3 ULPIANO PAEZ N22-66 N22BR DAVALOS PB 1 - MARISCAL SUCRE
Dirección de envío E3 GRAL ULPIANO PAEZ M22-66 N22B RAMIREZ DAVALOS PB - MARISCAL

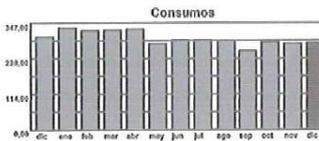
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 510285
Tipo de consumo Isido
Fecha desde 23-11-2019
Días facturados 28
Fecha hasta 20-12-2019

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	20-12-2019	33348,00	33068,00	0,00	260,00	0,00	260,00	KWh	22,68

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	22,68
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	24,09
Servicio Alumbrado Público General	1,81
Subtotal Alumbrado Público (APG)	1,81
Intereses por Mora	0,01
Subtotal Otros Rubros	0,01
Base I.V.A. 0%	25,90
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,01
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	25,91

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	21,39
TOTAL	21,39

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	25,91	16	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	25,91
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	25,91

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO
R.U.C Beneficiario 1768165310001
Fecha de Emisión 20-12-2019
Cuenta Contrato 200005992934
Cédula 1700151028
Nombre EGAS MERA ROSA ALCIRA
Dirección Servicio E3 ULPIANO PAEZ N22-66 N22B DAVALOS PB 1 - MARISCAL SUCRE

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	4,79
TOTAL RECOLECCION BASURA (5)	4,79

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario C. BOMBEROS DISTRITO M QUITO
R.U.C Beneficiario 1766097950001
Fecha de Emisión 20-12-2019
Cuenta Contrato 200005992934
Cédula 1700151028
Nombre EGAS MERA ROSA ALCIRA
Dirección Servicio E3 ULPIANO PAEZ N22-66 N22B DAVALOS PB 1 - MARISCAL SUCRE

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	5,91
TOTAL CONTRIBUCION BOMBEROS (4)	5,91

RESUMEN DE VALORES A PAGAR

Total Sector Eléctrico (A)	25,91
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	10,70
TOTAL A PAGAR (USD)	36,61

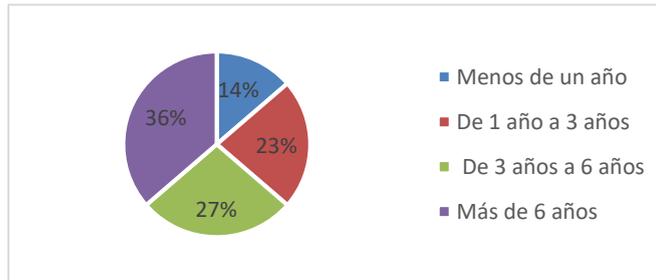
Anexo 3. Encuesta realizada personal administrativo

TABULACIONES DE LA ENCUESTA REALIZADA AL PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA IMPRENTA TASKI S.A.

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

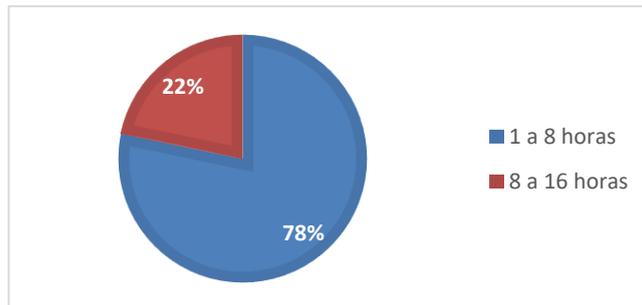
1. ¿Qué tiempo trabaja en las instalaciones?

- Menos de un año
- De 1 año a 3 años
- De 3 años a 6 años
- Más de 6 años



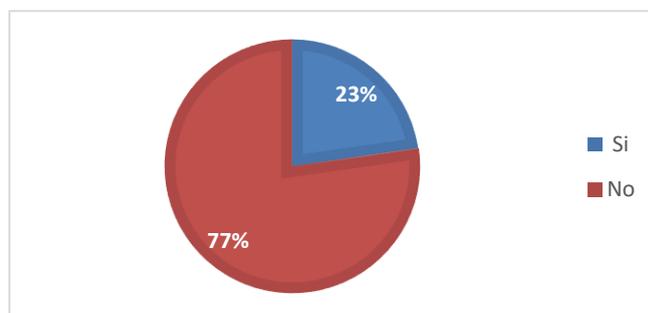
2. ¿Cuántas horas trabaja diario normalmente?

- 1 a 8 horas
- 8 a 16 horas



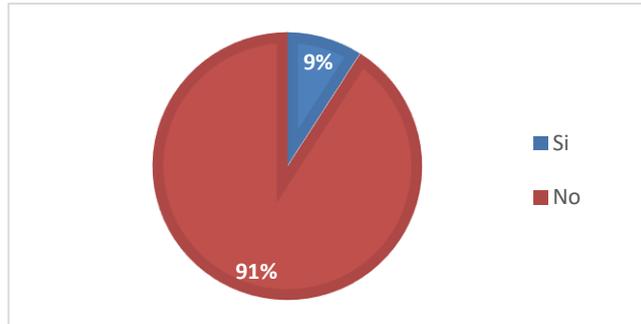
3. ¿Usted trabaja horas fuera del horario de trabajo?

- Si
- No



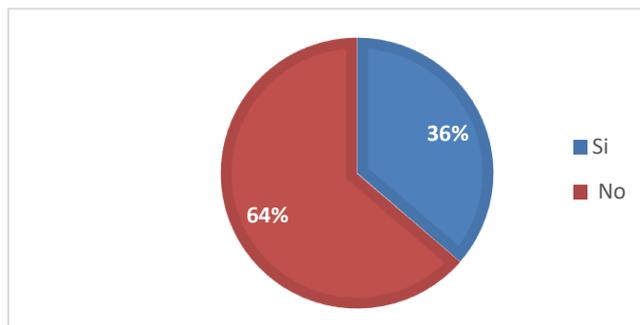
4. ¿Deja los equipos encendidos al terminar su jornada laboral?

- Si
- No



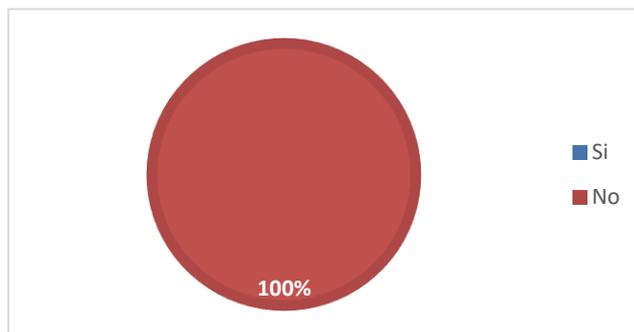
5. ¿Desconecta los equipos eléctricos que no usa?

- Si
- No



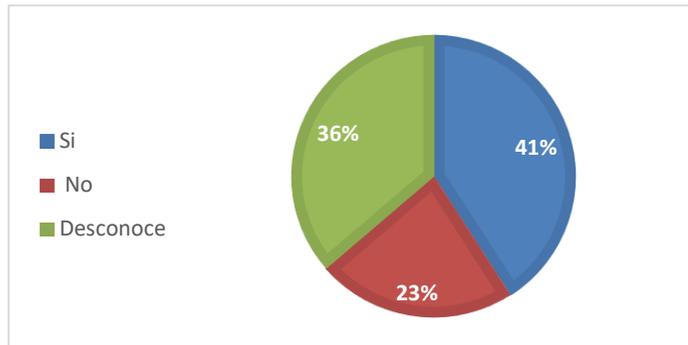
6. ¿Han realizado antes un diagnóstico del consumo energético en la empresa?

- Si
- No



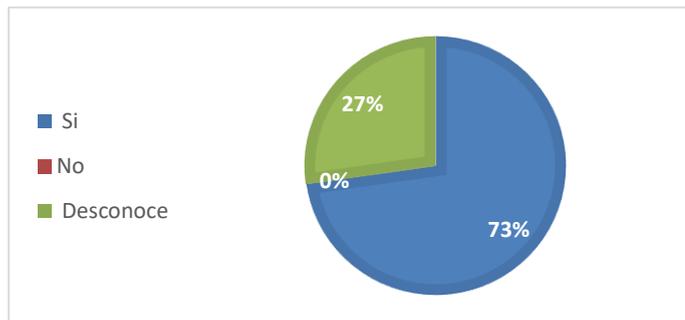
7. ¿Han ejecutado planes de ahorro energético?

- Si
- No
- Desconoce



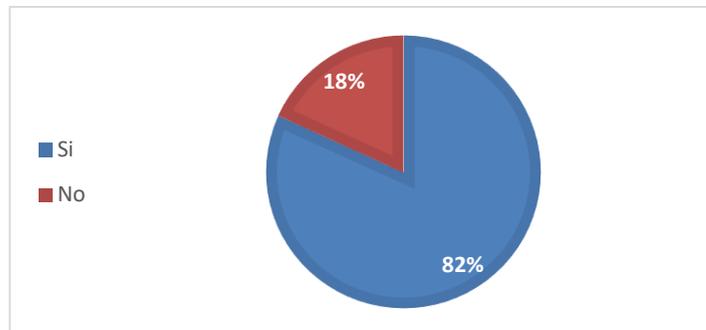
8. ¿Han realizado mantenimiento a equipos e instalaciones de la empresa?

- Si
- No
- Desconoce



9. ¿El personal administrativo ha recibido capacitaciones respecto al consumo de energía, uso y operación de instalaciones en los equipos electrónicos?

- Si
- No



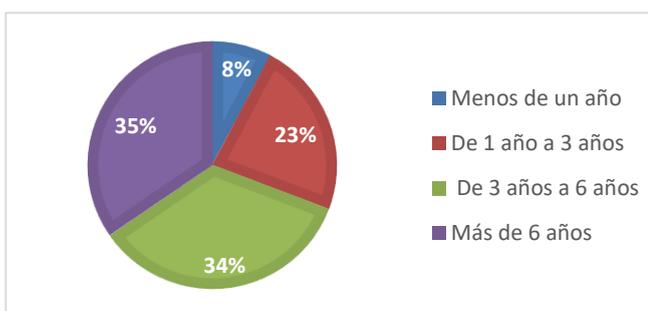
Anexo 4. Encuesta realizada personal operario de maquinaria

TABULACIONES DE LA ENCUESTA REALIZADA AL PERSONAL OPERARIO DE MAQUINARIA DE LA IMPRENTA TASKI S.A.

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

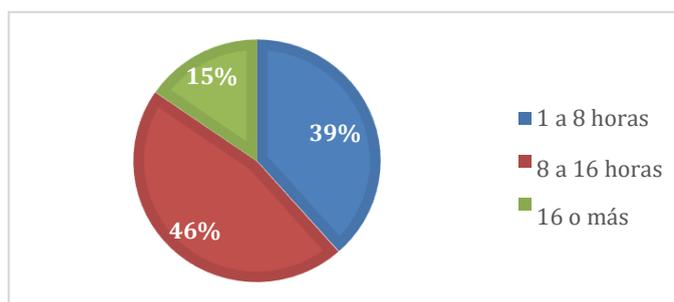
1. ¿Qué tiempo trabaja en las instalaciones

- Menos de 1 año
- De 1 año a 3 años
- De 3 años a 6 años
- Más de 6 años



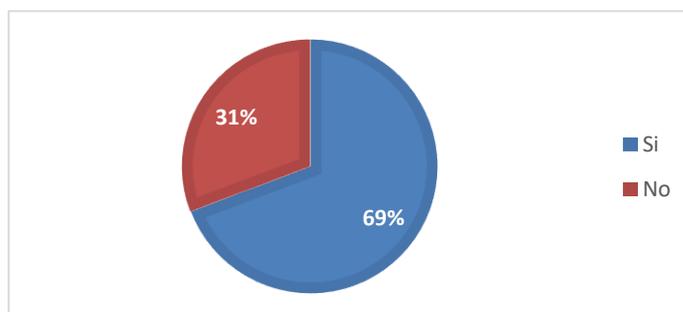
2. ¿Cuántas horas trabaja diario normalmente?

- 1 a 8 horas
- 8 a 16 horas
- 16 horas o mas



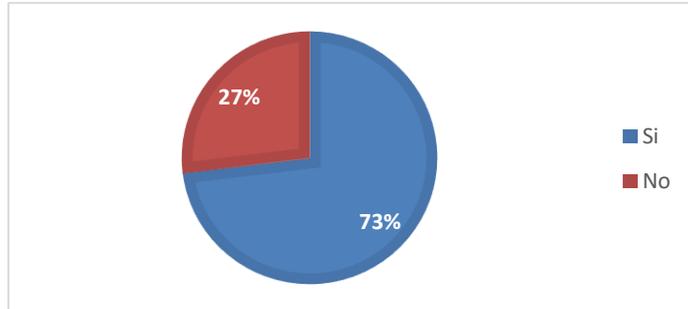
3. ¿Usted trabaja horas fuera del horario de trabajo?

- Si
- No



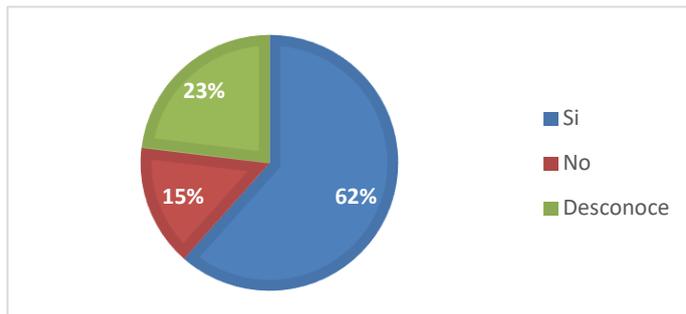
4. ¿Deja los equipos encendidos al terminar su jornada laboral?

- Si
- No



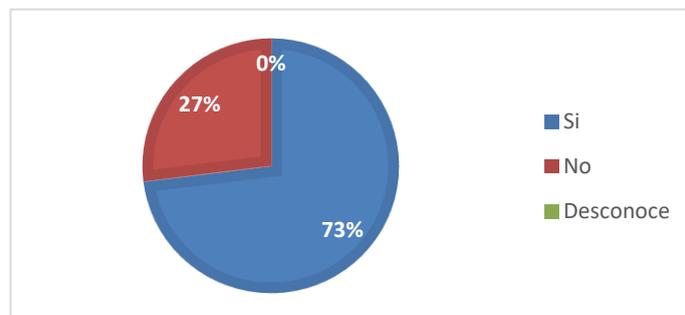
5. ¿Han realizado antes un diagnóstico del consumo energético en la empresa?

- Si
- No
- Desconoce



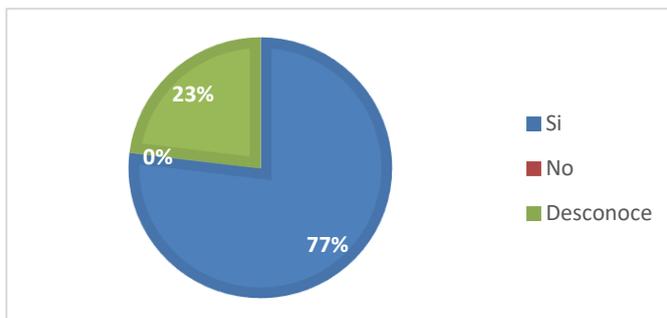
6. ¿Han ejecutado planes de ahorro energético?

- Si
- No
- Desconoce



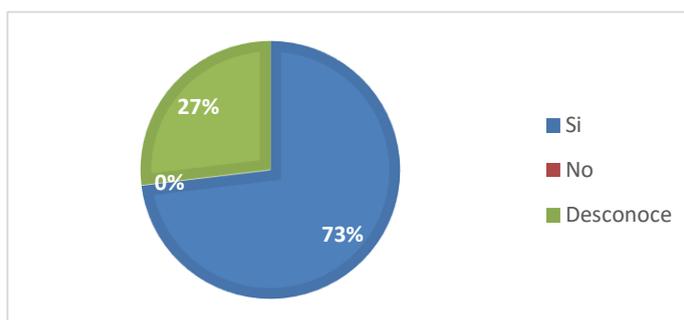
7. ¿Han realizado mantenimiento a equipos e instalaciones de la empresa?

- Si
- No
- Desconoce



8. ¿Han recibido capacitaciones sobre el uso de maquinaria?

- Si
- No
- Desconoce



Anexo 5. Pliego tarifario para las empresas Eléctricas de Distribución
Codificado tomado de (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019)

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

CARGOS TARIFARIOS

ENERO - DICIEMBRE **

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/MV-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
NIVEL VOLTAJE	MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA		
	COMERCIALES		1,414
	4,129	0,095	
	INDUSTRIALES		
	4,129	0,091	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
	4,129	0,068	
	BOMBEO AGUA		
	4,129	0,058	
NIVEL VOLTAJE	MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES		1,414
08:00 hasta 22:00 horas	4,129	0,095	
22:00 hasta 08:00 horas		0,077	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
08:00 hasta 22:00 horas	4,129	0,068	
22:00 hasta 08:00 horas		0,056	
	BOMBEO AGUA		
08:00 hasta 22:00 horas	4,129	0,058	
22:00 hasta 08:00 horas		0,046	
NIVEL VOLTAJE	MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA		
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE		1,414
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	2,620	0,043	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,073	
L-V 22:00 hasta 08:00 horas***		0,034	
S,D 18:00 hasta 22:00 horas		0,043	
	ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,069	
L-D: 18:00 hasta 22:00 horas		0,086	
L-D: 22:00 hasta 08:00 horas		0,043	
SyD: 08:00 hasta 18:00 horas			
	INDUSTRIALES		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,129	0,0875	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,1015	
L-V 22:00 hasta 08:00 horas***		0,0491	
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas		0,0875	

Anexo 6. Tasa de Interés del Banco Central. Tomado de (Banco Central del Ecuador, 2020)

Tasas de Interés			
enero - 2020			
1. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES PARA EL SECTOR FINANCIERO PRIVADO, PÚBLICO Y, POPULAR Y SOLIDARIO			
Tasas Referenciales		Tasas Máximas	
Tasa Activa Efectiva Referencial para el segmento:	% anual	Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento:	% anual
Productivo Corporativo	9.34	Productivo Corporativo	9.33
Productivo Empresarial	9.92	Productivo Empresarial	10.21
Productivo PYMES	10.88	Productivo PYMES	11.83
Productivo Agrícola y Ganadero**	8.48	Productivo Agrícola y Ganadero**	8.53
Comercial Ordinario	8.67	Comercial Ordinario	11.83
Comercial Prioritario Corporativo	8.68	Comercial Prioritario Corporativo	9.33
Comercial Prioritario Empresarial	9.78	Comercial Prioritario Empresarial	10.21
Comercial Prioritario PYMES	10.95	Comercial Prioritario PYMES	11.83
Consumo Ordinario	16.27	Consumo Ordinario	17.30
Consumo Prioritario	16.74	Consumo Prioritario	17.30
Educativo	9.46	Educativo	9.50
Educativo Social ³	6.51	Educativo Social ³	7.50
Vivienda de Interés Público	4.74	Vivienda de Interés Público	4.99
Inmobiliario	10.14	Inmobiliario	11.33
Microcrédito Agrícola y Ganadero**	19.26	Microcrédito Agrícola y Ganadero**	20.97
Microcrédito Minorista ^{1*}	25.00	Microcrédito Minorista ^{1*}	28.50
Microcrédito de Acumulación Simple ^{1*}	23.41	Microcrédito de Acumulación Simple ^{1*}	25.50
Microcrédito de Acumulación Ampliada ^{1*}	20.14	Microcrédito de Acumulación Ampliada ^{1*}	23.50
Microcrédito Minorista ^{2*}	22.60	Microcrédito Minorista ^{2*}	30.50
Microcrédito de Acumulación Simple ^{2*}	22.66	Microcrédito de Acumulación Simple ^{2*}	27.50
Microcrédito de Acumulación Ampliada ^{2*}	20.84	Microcrédito de Acumulación Ampliada ^{2*}	25.50
Inversión Pública	8.51	Inversión Pública	9.33
<p>1. Las tasas de interés para los segmentos Microcrédito Minorista, Microcrédito de Acumulación Simple y Microcrédito de Acumulación Ampliada son aplicables para el sector financiero privado y de la economía popular y solidaria (suspensivos de ahorro y crédito del segmento 1 y mutualistas).</p> <p>2. Las tasas de interés para los segmentos Microcrédito Minorista, Microcrédito de Acumulación Simple y Microcrédito de Acumulación Ampliada son aplicables para el sector de la economía popular y solidaria (suspensivos de ahorro y crédito del segmento 2, 4, 5 y 6).</p> <p>3. De acuerdo a la Resolución 529-2019-F de 17 de junio de 2019, de la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera.</p> <p>Resolución 617-2019-F de 26 de enero de 2019 de la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera.</p> <p>** Conforme Resolución 096-2019-F de 28 de febrero de 2019, la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera crea los segmentos de la cartera Productivo Agrícola y Ganadero, y Microcrédito Agrícola y Ganadero, aplicable para todo el Sistema Financiero Nacional.</p>			
2. TASAS DE INTERÉS PASIVAS EFECTIVAS PROMEDIO POR INSTRUMENTO			
Tasas Referenciales	% anual	Tasas Referenciales	% anual
Depósitos a plazo	6.22	Depósitos de Ahorro	1.11
Depósitos monetarios	0.79	Depósitos de Tarjetas/débito	1.19
Operaciones de Reporto	1.50		
3. TASAS DE INTERÉS PASIVAS EFECTIVAS REFERENCIALES POR PLAZO			
Tasas Referenciales	% anual	Tasas Referenciales	% anual
Plazo 30-60	4.75	Plazo 121-180	6.24
Plazo 61-90	5.72	Plazo 181-360	6.78
Plazo 91-120	5.94	Plazo 361 y más	8.19

Anexo 7. Balance energético de los equipos dentro del área administrativa de la imprenta MM SERVIGRAF.

Área	Equipo	Consumo (kW/h)	Consumo Mensual KWh/mes
Administración	Computador Hp	0.26	5.2
	Computador Compac	0.2516	5.032
	Computador Samsung	0.5618	11.236
Contabilidad	Computador AOC	0.5404	10.808
Total consumo energético			32.28

Anexo 8. Balance energético de la maquinaria del taller de la imprenta MM SERVIGRAF.

Área	Equipo	Modelo	Frecuencia	Voltaje	Intensidad	Potencia Activa	Horas funcionamiento mensual	Consumo KWh/mes
			Hz	V	A	KW		
Área de impresión	Impresora	Chief 15	59.74	120	4.5	2.2	70	154
	Guillotina	Triumph Cutter	59.72	121	3.2	1.7	60	102
Consumo energético								256
Total								288.28

Anexo 9. Balance energético horario A L-V 08h00 - 18h00 de la imprenta TASKI S.A.

Área	Equipo	Modelo	Frecuencia	Voltaje	Intensidad	Potencia activa	Fase 1	Potencia aparente	Potencia activa	Fase 2	Potencia aparente	Potencia activa	Fase 3	Potencia aparente	Cos φ	Total	Horas de funcionamiento mensual	Consumo
							Potencia reactiva			Potencia reactiva			Potencia reactiva					
			HZ	V	A	KW	KVA	KVAr	KW	KVA	KVAr	KW	KVA	KVAr				KWh/mes
Área de Offset	Prensa	Komori Lithrone S40P	59,67	127,5	15,8	1,6	1,58	0,23	1,25	1,51	1,05	1,35	1,02	1	0,999	4,2	170	714
	Prensa	Komori L529 tc Komori 28	59,74	128,8	6,5	0,63	0,78	0,56	0,62	0,65	0,45	0,47	0,85	1,05	0,999	1,72	160	275,2
	Prensa	Lithrone Komori 20	59,74	130,5	13,2	1,36	1,08	0,93	1,22	1,41	0,98	1,14	0,94	0,88	0,985	3,72	160	595,2
	Prensa	Lithrone Heidelberg Speedmaster	59,74	128,5	44,2	3,35	4,84	1,03	3,02	4,35	1,25	3,95	3,8	1,56	0,975	10,32	170	1754,4
Área de impresión	Impresora	Heidelberg Speedmaster	59,74	132,5	36,1	1,05	0,98	1,05	1,01	0,82	0,96	1,05	0,78	0,91	0,999	3,11	60	186,6
	Impresora Troqueladora	TYML 750 A	59,67	131,6	16,1	1,24	1,02	0,97	1,05	0,97	0,83	1,11	1,03	0,99	0,985	3,4	80	272
	Perforador A	Garrido HP-60HD	59,74	132,5	12,5	1,02	0,88	0,97	1,56	1,27	1,06	1,35	1,02	0,99	0,979	3,93	60	235,8
Área de producto terminado	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 1	59,67	132	20,1	2,1	1,3	1,25	1,98	1,6	1,27	2,04	1,4	1,65	0,864	6,12	60	367,2
	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 2 oficio	59,67	131,8	16,3	1,11	1,77	1,67	2,05	2,1	1,91	1,67	1,34	1,05	0,999	4,83	50	241,5
	Máquina tipográfica	Rotatek	59,69	132,6	17,8	2,1	2,94	1,9	1,55	1,23	1,07	1,42	1,18	1,02	0,975	5,07	60	304,2
Área de formas continuas	Prensa	RK 250 Rotatek	59,74	132,5	40,9	3,95	5,56	1,23	2,35	4,5	1,6	2,9	3,8	1,7	0,979	9,2	160	1472
	Prensa	MP150 5 Rotatek	59,74	131,6	16	1,01	1,97	1,57	2,5	2,12	1,97	2,67	2,34	1,87	0,549	6,18	170	1050,6
	Prensa	150 mxnm Rotatek RC3	59,74	132	38,1	2,56	3,2	1,45	2,9	1,3	1,67	1,99	1,83	1,6	0,979	7,45	140	1043
	Colectora	SPRINT Polar	59,67	132	6,6	0,7	0,98	0,8	1,12	1,05	0,95	1,2	0,9	0,83	0,441	3,02	100	302
	Guillotina	115E	59,74	132,5	7,8	0,95	1,05	0,86	1,03	0,96	0,8	1,27	1,1	0,9	0,717	3,25	150	487,5
Área de libros y revistas	Grapadora	Presto	59,74	127,5	12,9	1,35	1,04	0,99	1,67	1,2	0,87	1,81	1,37	1,78	0,975	4,83	40	193,2
	Encoladora	Amigo PLUS	59,69	129,6	42,3	3,78	4,6	2,4	2,98	3,47	2,73	3,2	4,9	1,8	0,879	9,96	60	597,6
	Encoladora	Acoro A-5	59,74	131,8	15,1	2,41	4,56	2,05	3,02	4,78	1,34	2,16	4,5	2,1	0,999	7,59	70	531,3
Consumo energético																		10623,3
TOTAL																		10943,8

Anexo 10. Balance energético horario B L-V 18h00 - 22h00 de la imprenta TASKI S.A.

Área	Equipo	Modelo	Frecuencia	Voltaje	Intensidad	Potencia activa	Fase 1	Potencia aparente	Potencia activa	Fase 2	Potencia aparente	Potencia activa	Fase 3	Potencia aparente	Cos φ	Total	Horas de funcionamiento mensual	Consumo
							Potencia reactiva			Potencia reactiva			Potencia reactiva					
			HZ	V	A	KW	KWA	KWAr	KW	KWA	KWAr	KW	KWA	KWAr			KWh/mes	
Área de Opset	Prensa	Komori Lithrone S40P	59,67	127,5	15,8	1,6	1,58	0,23	1,25	1,51	1,05	1,35	1,02	1	0,999	4,2	28	117,6
	Prensa	Komori L529 tc	59,74	128,8	6,5	0,63	0,78	0,56	0,62	0,65	0,45	0,47	0,85	1,05	0,999	1,72	24	41,28
	Prensa	Komori 28 Lithrone	59,74	130,5	13,2	1,36	1,08	0,93	1,22	1,41	0,98	1,14	0,94	0,88	0,985	3,72	28	104,16
	Prensa	Komori 20 Lithrone	59,74	128,5	44,2	3,35	4,84	1,03	3,02	4,35	1,25	3,95	3,8	1,56	0,975	10,32	24	247,68
Área de impresión	Impresora	Heidelberg Speedmaster	59,74	132,5	36,1	1,05	0,98	1,05	1,01	0,82	0,96	1,05	0,78	0,91	0,999	3,11	24	74,64
	Impresora	Heidelberg Speedmaster	59,67	131,6	16,1	1,24	1,02	0,97	1,05	0,97	0,83	1,11	1,03	0,99	0,985	3,4	24	81,6
	Troqueladora	TYML 750 A	59,74	132,5	12,5	1,02	0,88	0,97	1,56	1,27	1,06	1,35	1,02	0,99	0,979	3,93	0	0
Área de producto terminado	Perforadora	Garrido HP-60HD	59,67	132	20,1	2,1	1,3	1,25	1,98	1,6	1,27	2,04	1,4	1,65	0,864	6,12	0	0
	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 1	59,67	131,8	16,3	1,11	1,77	1,67	2,05	2,1	1,91	1,67	1,34	1,05	0,999	4,83	0	0
	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 2 oficio	59,69	132,6	17,8	2,1	2,94	1,9	1,55	1,23	1,07	1,42	1,18	1,02	0,975	5,07	0	0
Área de formas continuas	Prensa	Rotatek RK 250	59,74	132,5	40,9	3,95	5,56	1,23	2,35	4,5	1,6	2,9	3,8	1,7	0,979	9,2	32	294,4
	Prensa	Rotatek MP150 5	59,74	131,6	16	1,01	1,97	1,57	2,5	2,12	1,97	2,67	2,34	1,87	0,54	6,18	28	173,04
	Prensa	Rotatek 150 mxnm	59,74	132	38,1	2,56	3,2	1,45	2,9	1,3	1,67	1,99	1,83	1,6	0,979	7,45	28	208,6
	Colectora	Rotatek RC3 SPRINT	59,67	132	6,6	0,7	0,98	0,8	1,12	1,05	0,95	1,2	0,9	0,83	0,441	3,02	0	0
	Guillotina	Polar 115E	59,74	132,5	7,8	0,95	1,05	0,86	1,03	0,96	0,8	1,27	1,1	0,9	0,717	3,25	32	104
Área de libros y revistas	Grapadora	Presto	59,74	127,5	12,9	1,35	1,04	0,99	1,67	1,2	0,87	1,81	1,37	1,78	0,975	4,83	0	0
	Encoladora	Amigo PLUS	59,69	129,6	42,3	3,78	4,6	2,4	2,98	3,47	2,73	3,2	4,9	1,8	0,87	9,96	0	0
	Encoladora	Acoro A-5	59,74	131,8	15,1	3,41	4,56	2,3	3,02	4,78	1,34	3,1	4,5	2,1	0,999	9,53	0	0
Consumo energético																		1447
TOTAL																		1767,5

Anexo 11. Balance energético horario C L-V 22h00 - 08h00 S, D y F 22h00 - 08h00 de la imprenta TASKI S.A.

Área	Equipo	Modelo	Frecuen	Voltaje	Intensidad	Potencia	Fase 1	Potencia	Potencia	Fase 2	Potencia	Potencia	Fase 3	Potencia	Cos	Tota	Horas de funcionamiento mensual	Consumo
			cia	e	ad	ia activa	Potencia reactiva	Potencia aparente	Potencia activa	Potencia reactiva	Potencia aparente	Potencia activa	Potencia reactiva	Potencia aparente	φ	l		KWh/mes
			HZ	V	A	KW	KWA	KWAr	KW	KWA	KWAr	KW	KWA	KWAr				
Área de Opset	Prensa	Komori Lithrone S40P	59,67	127,5	15,8	1,6	1,58	0,23	1,25	1,51	1,05	1,35	1,02	1	0,999	4,2	120	504
	Prensa	Komori L529 tc	59,74	128,8	6,5	0,63	0,78	0,56	0,62	0,65	0,45	0,47	0,85	1,05	0,999	1,72	112,5	193,5
	Prensa	Komori 28 Lithrone	59,74	130,5	13,2	1,36	1,08	0,93	1,22	1,41	0,98	1,14	0,94	0,88	0,985	3,72	112,5	418,5
	Prensa	Komori 20 Lithrone	59,74	128,5	44,2	3,35	4,84	1,03	3,02	4,35	1,25	3,95	3,8	1,56	0,975	10,32	120	1238,4
Área de impresión	Impresora	Heidelberg Speedmaster	59,74	132,5	36,1	1,05	0,98	1,05	1,01	0,82	0,96	1,05	0,78	0,91	0,999	3,11	45	139,95
	Impresora	Heidelberg Speedmaster	59,67	131,6	16,1	1,24	1,02	0,97	1,05	0,97	0,83	1,11	1,03	0,99	0,985	3,4	0	0
	Troqueladora	TYML 750 A	59,74	132,5	12,5	1,02	0,88	0,97	1,56	1,27	1,06	1,35	1,02	0,99	0,979	3,93	0	0
Área de producto terminado	Perforadora	Garrido HP-60HD	59,67	132	20,1	2,1	1,3	1,25	1,98	1,6	1,27	2,04	1,4	1,65	0,864	6,12	0	0
	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 1	59,67	131,8	16,3	1,11	1,77	1,67	2,05	2,1	1,91	1,67	1,34	1,05	0,999	4,83	0	0
	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 2 oficio	59,69	132,6	17,8	2,1	2,94	1,9	1,55	1,23	1,07	1,42	1,18	1,02	0,975	5,07	0	0
Área de formas continuas	Prensa	Rotatek RK 250	59,74	132,5	40,9	3,95	5,56	1,23	2,35	4,5	1,6	2,9	3,8	1,7	0,979	9,2	90	828
	Prensa	Rotatek MP150 5	59,74	131,6	16	1,01	1,97	1,57	2,5	2,12	1,97	2,67	2,34	1,87	0,54	6,18	97,5	602,55
	Prensa	Rotatek 150 mxnm	59,74	132	38,1	2,56	3,2	1,45	2,9	1,3	1,67	1,99	1,83	1,6	0,979	7,45	0	0
	Colectora	Rotatek RC3 SPRINT	59,67	132	6,6	0,7	0,98	0,8	1,12	1,05	0,95	1,2	0,9	0,83	0,441	3,02	0	0
Área de libros y revistas	Guillotina	Polar 115E	59,74	132,5	7,8	0,95	1,05	0,86	1,03	0,96	0,8	1,27	1,1	0,9	0,717	3,25	112,5	365,625
	Grapadora	Presto	59,74	127,5	12,9	1,35	1,04	0,99	1,67	1,2	0,87	1,81	1,37	1,78	0,975	4,83	0	0
	Encoladora	Amigo PLUS	59,69	129,6	42,3	3,78	4,6	2,4	2,98	3,47	2,73	3,2	4,9	1,8	0,87	9,96	0	0
	Encoladora	Acoro A-5	59,74	131,8	15,1	3,41	4,56	2,3	3,02	4,78	1,34	3,1	4,5	2,1	0,999	9,53	0	0
Consumo energético																		4290,525
TOTAL																		4611,027

Anexo 12. Balance energético horario D S, D y F 18h00 - 22h00 de la imprenta TASKI S.A.

Área	Equipo	Modelo	Frecuencia	Voltaje	Intensidad	Potencia activa	Fase 1 Potencia reactiva	Potencia aparente	Potencia activa	Fase 2 Potencia reactiva	Potencia aparente	Potencia activa	Fase 3 Potencia reactiva	Potencia aparente	Cos φ	Totale	Horas de funcionamiento mensual	Consumo
			HZ	V	A	KW	KWA	KWAr	KW	KWA	KWAr	KW	KWA	KWAr		KWh/mes		
Área de Offset	Prensa	Komori Lithrone S40P	59,67	127,5	15,8	1,6	1,58	0,23	1,25	1,51	1,05	1,35	1,02	1	0,999	4,2	14	58,8
	Prensa	Komori L529 tc	59,74	128,8	6,5	0,63	0,78	0,56	0,62	0,65	0,45	0,47	0,85	1,05	0,999	1,72	15	25,8
	Prensa	Komori 28 Lithrone	59,74	130,5	13,2	1,36	1,08	0,93	1,22	1,41	0,98	1,14	0,94	0,88	0,985	3,72	16	59,52
	Prensa	Komori 20 Lithrone	59,74	128,5	44,2	4,35	3,84	1,03	3,02	4,35	1,25	3,95	3,8	1,56	0,975	11,32	16	181,12
Área de impresión	Impresora	Heidelberg Speedmaster	59,74	132,5	36,1	1,05	0,98	1,05	1,01	0,82	0,96	1,05	0,78	0,91	0,999	3,11	0	0
	Impresora	Heidelberg Speedmaster	59,67	131,6	16,1	1,24	1,02	0,97	1,05	0,97	0,83	1,11	1,03	0,99	0,985	3,4	0	0
	Troqueladora	TYML 750 A	59,74	132,5	12,5	1,02	0,88	0,97	1,56	1,27	1,06	1,35	1,02	0,99	0,979	3,93	0	0
Área de producto terminado	Perforadora	Garrido HP-60HD	59,67	132	20,1	2,1	1,3	1,25	1,98	1,6	1,27	2,04	1,4	1,65	0,864	6,12	0	0
	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 1	59,67	131,8	16,3	1,11	1,77	1,67	2,05	2,1	1,91	1,67	1,34	1,05	0,999	4,83	0	0
	Máquina tipográfica	Original Heidelberg 2 oficio	59,69	132,6	17,8	2,1	2,94	1,9	1,55	1,23	1,07	1,42	1,18	1,02	0,975	5,07	0	0
Área de formas continuas	Prensa	Rotatek RK 250	59,74	132,5	40,9	3,95	5,56	1,23	2,35	4,5	1,6	2,9	3,8	1,7	0,979	9,2	0	0
	Prensa	Rotatek MP150 5	59,74	131,6	16	1,01	1,97	1,57	2,5	2,12	1,97	2,67	2,34	1,87	0,54	6,18	8	49,44
	Prensa	Rotatek 150 mxnm	59,74	132	38,1	2,56	3,2	1,45	2,9	1,3	1,67	1,99	1,83	1,6	0,979	7,45	0	0
	Colectora	Rotatek RC3 SPRINT	59,67	132	6,6	0,7	0,98	0,8	1,12	1,05	0,95	1,2	0,9	0,83	0,441	3,02	0	0
Área de libros y revistas	Guillotina	Polar 115 E	59,74	132,5	7,8	0,95	1,05	0,86	1,03	0,96	0,8	1,27	1,1	0,9	0,717	3,25	12	39
	Grapadora	Presto	59,74	127,5	12,9	1,35	1,04	0,99	1,67	1,2	0,87	1,81	1,37	1,78	0,975	4,83	0	0
	Encoladora	Amigo PLUS	59,69	129,6	42,3	3,78	4,6	2,4	2,98	3,47	2,73	3,2	4,9	1,8	0,87	9,96	0	0
	Encoladora	Acoro A-5	59,74	131,8	15,1	3,41	4,56	2,3	3,02	4,78	1,34	3,1	4,5	2,1	0,999	9,53	0	0
Total consumo energético																		413,68

**Anexo 13. Balance energético Balance energético de los equipos dentro del
área administrativa de la imprenta TASKI S.A.**

Área	Equipo	# Equipos	Consumo (kW/h)	Consumo Mensual
Área de Informática	Computador Hp Modelo 600	5	2.101428571	44.13
Área de Contabilidad	Computador Hp Modelo 600	7	2.942	61.782
Área de Ventas	Computador Hp Modelo 600	9	2.07	43.47
Área Administrativa	Computador Hp Modelo 600	10	8.148571429	171.12
Total consumo energético				320.50

**Anexo 14. Análisis del TIR y VAN de las propuestas de eficiencia energética en
la imprenta MM SERVIGRAF.**

Impresora Chief 15

- **Opción 1. Cambio de equipo**

Datos

Costo Inicial	\$8,000
Ahorro anual	\$97.2
Tasa de interés	10.95%

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-\$8,000	\$3,297	\$97.2	\$97.2	\$97.2	\$97.2

VAN	-\$4,756.1
TIR	-39%
Retorno Inversión	2.63

Guillotina Triumph cutter

- **Opción 1.** Cambio de equipo

Datos

Costo Inicial	\$3,000
Ahorro anual	\$126.36
Tasa de interés	10.95%

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-\$3,000	\$1,326.36	\$126.36	\$126.36	\$126.36	\$126.36

VAN	-\$1,450.8
TIR	-23%
Retorno Inversión	2.43