

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE ESMERALDAS



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD MENCIÓN ENERGÍAS
RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

TÍTULO

**EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE AEXAV CIA.LTDA
CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

ENERGÍA RENOVABLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUTOR

LELI FERNANDO PRECIADO PICO

ASESOR

ING. IVÁN PATRICIO PAZMIÑO ORDÓÑEZ M.Sc.

EMERALDAS, SEPTIEMBRE 2022

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	11
1.1	Presentación del tema de investigación	11
1.2	Planteamiento del problema.....	12
1.3	Justificación	13
1.4	Objetivos.....	14
1.4.1	General.....	14
1.4.2	Específicos.....	14
2	MARCO TEÓRICO	15
2.1	Fundamentación teórico-conceptual	15
2.1.1	Sistema de gestión energética.....	15
2.1.2	Auditorías energéticas	16
2.1.3	Desarrollo sostenible	17
2.1.4	ODS 7 Energía asequible y no contaminante	21
2.2	Antecedentes	25
2.3	Fundamentación legal	27
3	METODOLOGÍA.....	29
3.1	Delimitación de espacio - temporal	29
3.2	Tipo de estudio.....	29
3.3	Método de investigación	29
3.4	Definición conceptual y operacionalización de las variables	30
3.5	Población y muestra.....	33
3.6	Técnicas de instrumentos	33
3.7	Proceso de recolección de datos	33
4	RESULTADOS	35
4.1	Producción y sistemas eléctricos en AEXAV CIA LTA.....	35

4.1.1	Procesos y subprocesos	37
4.1.2	Caracterización del sistema eléctrico	39
4.1.3	Curva de demanda y análisis energético.....	42
4.1.4	Consumo de energía	43
4.1.5	Carga Instalada	44
5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	47
6	CONCLUSIONES.....	49
7	RECOMENDACIONES	50
8	ANEXOS	51
8.1	Anexo 1	51
8.2	Anexo 2.....	53
8.3	Anexo 3.....	55
8.4	Anexo 4.....	57
8.5	Anexo 5.....	59
8.6	Anexo 6.....	61
	REFERENCIAS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de un SGE. Fuente: [13].	16
Figura 2 Proceso de una auditoría energética. Fuente: [15].	17
Figura 3 Mapa de ubicación de la empresa. Fuente: [58].	35
Figura 4 Distribución de zonas en el plano de la empresa fuente AEXAV. Fuente: Elaboración Propia.	38
Figura 5 Mapa general de procesos. Fuente: Elaboración propia.	39
Figura 6 Diagrama unifilar del sistema eléctrico. Fuente: Elaboración propia.	41
Figura 7 Toma de carga en transformadores. Fuente: Elaboración propia.	42
Figura 8 Perfil de demanda de la empresa. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 9 Histograma de consumo de energía. Fuente: Elaboración propia.	44
Figura 10 Datos de placa de los motores. Fuente: Elaboración propia.	45
Figura 11 Detalle de toma de carga del transformador. Fuente: Elaboración Propia.	51
Figura 12 Certificado de calibración del equipo empleado. Fuente: CNEL.	52
Figura 12 Luminarias instalada actualmente. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 13 Zona de procesamiento de materia prima. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 14 Placa de un motor tipo. Fuente: Elaboración propia.	58
Figura 15 Descripción del fabricante de los motores instalados actualmente. Fuente [56].	59
Figura 16 Características dadas por el fabricante de los motores instalados actualmente. Fuente [56].	60
Figura 17 Características del fabricante de las luminarias propuestas. Fuente: [57].	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables a ser consideradas en el estudio. Fuente: Elaboración Propia.....	31
Tabla 2 Infraestructura del caso de estudio. Fuente Elaboración propia	36
Tabla 3 Producción promedio de la empresa. Fuente: Elaboración Propia.....	37
Tabla 4 Detalle de carga por cada proceso de la empresa. Fuente: Elaboración Propia	44
Tabla 5 Registro histórico de consumo de energía periodo (agosto 2021- agosto 2022). Fuente: Elaboración Propia.	53
Tabla 6 Detalle de levantamiento de carga de la empresa AEXAV. Fuente: Elaboración propia.	55

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el Reglamento de Grado de la PUCESE previa la obtención del título de MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD.

.....
Ing. Iván Patricio Pazmiño M.Sc.
Tutor de Tesis

.....
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Lector 1

.....
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Lector 2

.....
MSc. Manuel Nevárez Toledo
Coordinador

AUTORÍA

Yo, LELI FERNANDO PRECIADO PICO portador de la cédula de identidad No. XXXXXXXXXXXX declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del título de “Magíster en Electricidad” son absolutamente originales, auténticos y personales.

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

.....
Leli Fernando Preciado Pico
C.I. xxxxxxxxxxxx

CERTIFICACIÓN

Iván Patricio Pazmiño Ordóñez, docente investigador de la PUCE-Esmeraldas, certifica que:

La tesis de grado realizada por LELI FERNANDO PRECIADO PICO, bajo el título “EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE AEXAV CIA.LTDA CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA”, reúne los requisitos de calidad, originalidad y presentación exigibles a una investigación científica y que han sido incorporadas al documento final las sugerencias realizadas, en consecuencia, está en condiciones de ser sometida a la valoración del Tribunal encargado de juzgarla.

Y para que conste a los efectos oportunos, firma la presente en Esmeraldas, xx noviembre del 2022.

Ing. Iván Patricio Pazmiño O. M.Sc.

Asesor de Tesis

RESUMEN

En la actualidad existe la necesidad a nivel mundial de matizar todas las actividades humanas con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética lo que se encuentra respaldado por los Objetivos de Desarrollo Sostenible presentados por las Naciones Unidas en 2015, en este sentido, el presente trabajo presenta un análisis de la situación actual del sistema eléctrico de la agroindustria extractora de aceites vegetales AEXAV CIA LTDA, empleando criterios de sostenibilidad y eficiencia energética. Para este fin, se realiza revisión del estado del arte en materia de sostenibilidad y eficiencia energética y se determina su relación con el caso de estudio. Por otro lado, se plantea la metodología empleada, en base a lo cual se examina la situación actual del caso de estudio para determinar la demanda eléctrica de toda la organización. En base a lo anterior, se establecen los consumos de energía de la empresa AEXAV CIA. LTDA, para identificar oportunidades de ahorro de energía eléctrica, como el uso de iluminación más eficiente, y determinar estrategias de eficiencia energética sobre el sistema eléctrico, en base a lo cual se elabora una propuesta de ahorro y eficiencia energética. Finalmente, los resultados son presentados y discutidos.

Palabras clave: Eficiencia Energética, industria, sostenibilidad, evaluación.

ABSTRACT

At present, there is a worldwide need to qualify all human activities with criteria of sustainability and energy efficiency, which is supported by the Sustainable Development Goals presented by the United Nations in 2015. In this sense, the present work presents an analysis of the current situation of the electrical system of the agro-industry that extracts vegetable oils AEXAV CIA LTDA, using criteria of sustainability and energy efficiency. For this purpose, a review of the state of the art in terms of sustainability and energy efficiency is carried out and its relationship with the case study is determined. On the other hand, the methodology used is considered, based on which the current situation of the case study is examined to determine the electrical demand of the entire organization. Based on the above, the energy consumption of the company AEXAV CIA is established. LTDA, to identify opportunities to save electricity, such as the use of more efficient lighting, and determine energy efficiency strategies for the electrical system, based on which an energy saving, and efficiency proposal is prepared. Finally, the results are presented and discussed.

Keywords: Energy Efficiency, industry, sustainability, evaluation

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación del tema de investigación

En la actualidad, abordar la problemática asociada al calentamiento global desde sus diferentes aristas, sin lugar a duda, es uno de los mayores intereses de la sociedad en general [1]. En este sentido, en el año 2015, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas (ONU) aprobaron 17 objetivos como parte de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, en la cual se establece un plan para alcanzarlos en 15 años [2]. Estos 17 objetivos corresponden a: (i) poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo (ii) poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, y promover la agricultura sostenible, (iii) garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. (iv) garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos, (v) lograr la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas, (vi) garantizar la disponibilidad de agua y su ordenación sostenible y el saneamiento para todos, (vii) garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, (viii) promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos, (ix) reducir la desigualdad en y entre los países, (x) reducir la desigualdad en y entre los países, (xi) lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, (xii) garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, (xiii) adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, (xiv) conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible, (xv) proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica, (xvi) promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles, (xvii) fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

Dentro de este concepto de desarrollo sostenible, el rol que juega el uso eficiente de la energía es fundamental. Esto puede evidenciarse particularmente en el objetivo de

desarrollo sostenible (ODS) número siete [3], garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, el cual, en términos generales busca que la energía sea más sostenible y ampliamente disponible. Entonces, este ODS está profundamente relacionado con la eficiencia energética a todos los niveles, entre ellos, su aplicación en industrias, lo cual constituye el enfoque medular del estudio.

1.2 Planteamiento del problema

La introducción de criterios de sostenibilidad y eficiencia energética puede resultar un desafío considerable para las organizaciones, especialmente para aquellas longevas, cuya inercia de acción les ha llevado a desarrollar sus actividades económicas prescindiendo de los criterios antes indicados, debido a que, en muchos casos, su ausencia no necesariamente impide alcanzar sus objetivos estratégicos y de producción [4]. Sin embargo, introducir los conceptos de sostenibilidad y eficiencia en los procesos vinculados directa e indirectamente a las empresas, es una marcada tendencia que responde a la necesidad a escala global de optimizar el consumo de energía (y su costo asociado) y de la mano reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera [5].

Dentro de este contexto, es menester señalar que existe una problemática a escala planetaria férreamente vinculada con el uso eficiente y sostenible de la energía [6], y llevar estos criterios al campo de acción de las empresas, principalmente a las vinculadas al sector industrial, es una necesidad que debe ser atendida.

Para el caso particular de la industria AEXAV CIA.LTDA, una industria del Esmeraldas dedicada al procesamiento de palmister para obtener aceite y torta, en la actualidad no existe un análisis de la situación actual en materia de sostenibilidad y eficiencia energética, por lo que consecuentemente, tampoco hay una propuesta o proyecto que permita a esta industria realizar un proceso de transición hacia una industria sostenible energéticamente y amigable con el ambiente; de tal manera que cumpla con los estándares aplicados a nivel mundial por las industrias de países desarrollados y tecnificados.

En base a lo antes expuesto, queda en evidencia que, se desea conocer ¿cuál será el impacto en la empresa AEXAV CIA.LTDA de un estudio energético eléctrico con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética? Esta constituye la principal pregunta de investigación que en este estudio se pretende dar respuesta aplicando el método

científico. Esto ayudará a la empresa para que a futuro logre certificaciones nacionales o internacionales que avalen no solo la calidad de sus productos; sino también la calidad de los procesos y subprocesos de producción que permitan procesar el palmister en la provincia de Esmeraldas, y específicamente en el Cantón Quinindé, donde esta industria se encuentra asentada.

1.3 Justificación

En la actualidad existe la tendencia a nivel mundial de matizar todas las actividades humanas con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética [7], lo que se encuentra profundamente justificado por los Objetivos de Desarrollo Sostenible presentados por las Naciones Unidas en 2015. Esta propensión no responde a un planteamiento meramente político o a una moda social pasajera, sino a la eminente necesidad de reducir los gases de efecto invernadero, y su asociado calentamiento global, en el menor tiempo posible [8]. Esto se puede lograr mediante una serie de estrategias aplicadas a las industrias donde el estudio energético juega un rol fundamental. No obstante, esto debe ser llevado a cabo en todas las esferas de la actividad humana (i.e., hogares, ciudades).

Introducir estos criterios, no sólo conlleva beneficios significativos para el ambiente, sino que además abre todo un abanico de oportunidades para las industrias como AEXAV CIA.LTDA, ya que optimiza directamente el beneficio económico directo que representa el optimizar el uso de la energía en el proceso de procesado de palmister [9]. Esto sin contar que, de la implementación de los criterios de sostenibilidad y eficiencia energética en sus procesos existen beneficios intangibles que pueden ser aprovechados por las industrias, como la mejora de su imagen corporativa si es que llegasen a certificarse, por ejemplo, bajo la norma ISO 50001 [10].

En resumen, este trabajo ofrece un aporte directo para la organización que potencialmente se beneficiaría al adoptar los lineamientos que se establecerán posteriormente para el uso eficiente de la energía. Asimismo, el trabajo aportará al estado del arte en la temática de industrias sostenibles. Pero sin duda alguna los resultados serán una referencia para otra industria que requieran la implementación de un sistema sostenible de gestión de energía en una industria pequeña como es la industria estudiada, por lo que esto aportará directamente al desarrollo local, nacional y regional del Ecuador.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Evaluar el sistema eléctrico de Agroindustria Extractora de Aceites Vegetales AEXAV CIA.LTDA con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética para mejorar su consumo de energía eléctrica.

1.4.2 Específicos

- a) Realizar la revisión del estado del arte en materia de sostenibilidad y eficiencia energética y determinar su relación con el caso de estudio
- b) Realizar un análisis de la situación actual de la empresa Agroindustria Extractora de Aceites Vegetales AEXAV en términos energético-eléctricos.
- c) Realizar una propuesta para mejorar en la eficiencia energética de la empresa AEXAV en función del previo análisis realizado.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación teórico-conceptual

En esta sección se describen aspectos teóricos relacionados con los sistemas de gestión energética, auditoría energética y, por otro lado, se detalla el tema relacionado con la sostenibilidad desde la perspectiva de las industrias.

2.1.1 Sistema de gestión energética

En [11] se define un Sistema de Gestión Energética (SGE) como “ la parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implantar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía”

En base a esta definición puede advertirse que este concepto guarda una estrecha relación con las bases teóricas de sostenibilidad y eficiencia en los cuales se basa el presente estudio, principalmente cuando se persigue el objetivo de aterrizar estos principios a la praxis del uso de la energía en organizaciones de cualquier naturaleza.

En este sentido, se cuenta con la norma ISO 50001 [12], la cual pretende ayudar a las organizaciones a mejorar su rendimiento y eficiencia energética, así como a reducir su impacto en el cambio climático. Esta norma establece el marco para gestionar la energía en plantas industriales, establecimientos comerciales y otras organizaciones.

Adicionalmente, esta norma proporciona un marco de requisitos que permite a las organizaciones mejorar continuamente la gestión de la energía, desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía, fijar objetivos para cumplir con la política, utilizar los datos para mejorar la comprensión del uso de la energía, usar los datos para tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía, y medir los resultados, para finalmente revisar la eficacia de la política implementada. El flujo del proceso que sigue un SGE según la ISO 50001 se describe en la Figura 1.

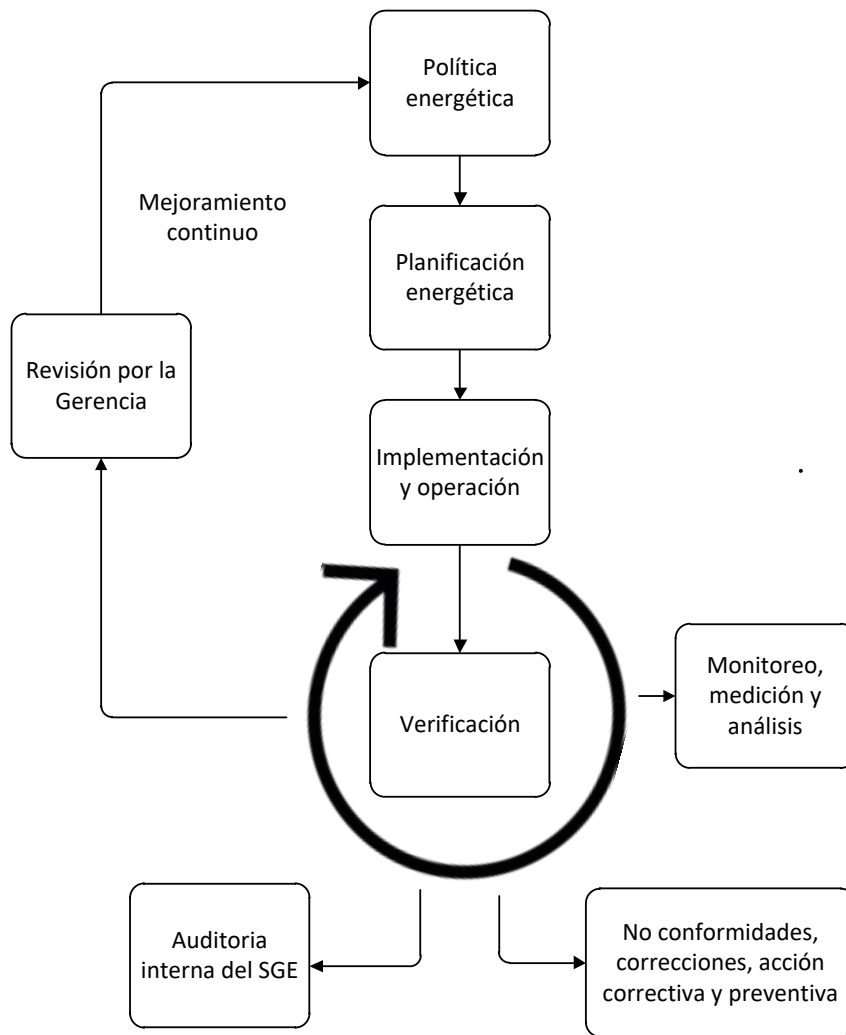


Figura 1 Proceso de un SGE. Fuente: [13].

2.1.2 Auditorías energéticas

Una auditoría energética conlleva un análisis detallado del desempeño energético de una organización, así como de su equipamiento, sistemas y/o proceso. Ésta se basa en la medición apropiada y la observación del uso de la energía, la eficiencia y el consumo [14]. El proceso de auditoría energética se presenta como una secuencia cronológica simple, pero esto no impide iteraciones repetidas de ciertos pasos.

Estas auditorías se planifican y se llevan a cabo como parte de la identificación y priorización de las oportunidades para mejorar el desempeño energético, reducir el desperdicio de la energía y obtener beneficios ambientales relacionados [15]. Los resultados de éstas incluyen información sobre el uso actual de la energía y el rendimiento

que proporcionan las recomendaciones de mejora en términos del desempeño energético y beneficios financieros.

Una auditoría energética puede apoyar un sistema de gestión de la energía y puede facilitar el seguimiento, medición y análisis como se describe en la norma ISO 50001, o puede ser utilizado independientemente. En este sentido, en la Figura 2 se muestra el proceso de una auditoría energética.

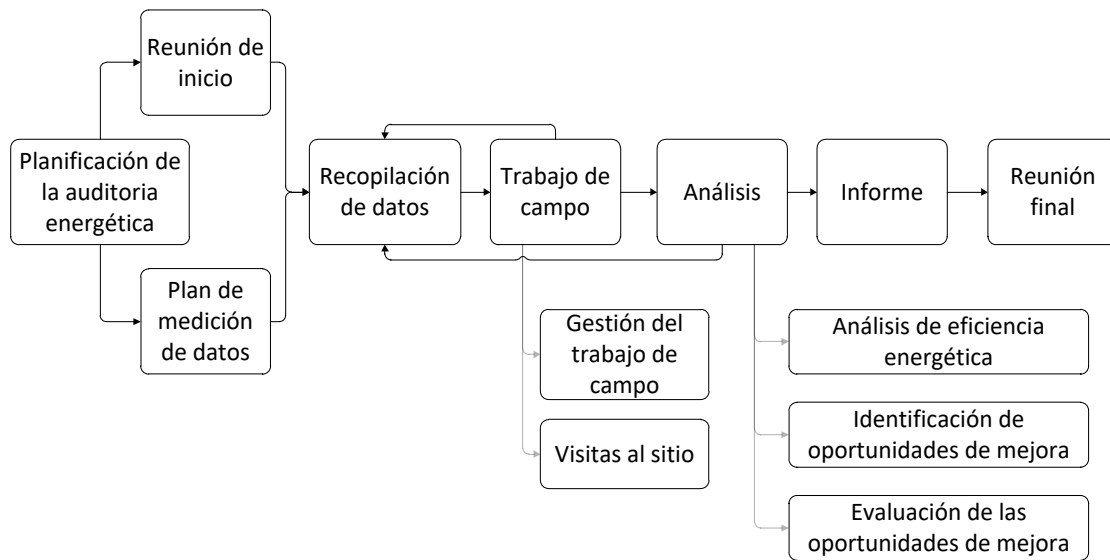


Figura 2 Proceso de una auditoría energética. Fuente: [15].

2.1.3 Desarrollo sostenible

2.1.3.1 Origen

Los orígenes del concepto de desarrollo sostenible se remontan a mediados de la década los años 60. Fueron aquellos años en los que las distintas colonias europeas en Asia, y especialmente en África, recuperaron su independencia, y con ella la plena soberanía -al menos oficialmente- sobre sus recursos naturales. Este hecho, combinado con la necesidad de los nuevos gobiernos nacionales de proporcionar una fuente valiosa de ingresos por el cambio de divisas, ha llevado al concepto de desarrollo sostenible [16].

El término “desarrollo sostenible” apareció por primera vez en un texto oficial de un acuerdo firmado por treinta y tres países africanos en 1969 bajo los auspicios de la Unión para la Conservación de la Naturaleza [17].

En el mismo año se crea la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [18], cuyos lineamientos desde un principio han tenido un impacto fundamental en todo el desarrollo teórico y práctico de la política ambiental a nivel mundial la que define el desarrollo sustentable como “desarrollo económico que puede beneficiar a las generaciones presentes y futuras sin poner en peligro los recursos u organismos del medio ambiente del planeta”.

Otro hito fue el llamado Informe Brundtland, también conocido como Nuestro Futuro Común, informe elaborado por la Comisión de Naciones Unidas presidida por Gro Brundtland y publicado en 1987, tras años de estudio, debate y encuentro [19]. En la definición de este informe, el concepto de medio ambiente en realidad no se refiere como tal, sino que se refiere al bienestar y por ende a la calidad del medio ambiente, enfatizando así el principio ético fundamental asociado. El mismo documento enfatiza defender las necesidades de todos en la búsqueda de la justicia universal en procura de mejores condiciones de vida, al tiempo que destaca la necesidad e importancia de una mayor participación ciudadana en la realización de este proceso, de facto mayor democratización, y oportunidades internacionales.

En síntesis, el desarrollo sostenible requiere satisfacer las necesidades básicas de las personas y permitirles realizar sus aspiraciones de una vida mejor. Satisfacer las necesidades básicas requiere no solo una nueva era de crecimiento económico para los países, muchos de los cuales son pobres, sino también garantizar que los pobres obtengan la parte que les corresponde de los recursos necesarios para sostener ese crecimiento. La justicia debe estar respaldada tanto por sistemas políticos que aseguren una participación ciudadana efectiva en la toma de decisiones como por una mayor democracia en las decisiones internacionales.

2.1.3.2 Pilares

El concepto de desarrollo sostenible no implica únicamente la protección del medio ambiente, sino que es un concepto mucho más amplio, es una nueva forma de pensar la vida y la política, es una forma de crecimiento económico sostenible en armonía con la naturaleza, es la renovación de los conceptos de equidad, oportunidad e igualdad entre todos los seres humanos.

Por lo antes expuesto, la sostenibilidad se centra en cuatro elementos clave. Dichos elementos se describen como sigue:

- **Sostenibilidad ambiental.** Entendida como la capacidad de mantener la calidad y capacidad renovable de los recursos naturales. Por lo tanto, es muy importante reconocer que el medio ambiente impone ciertas limitaciones a las actividades humanas, y que, en algunos casos los recursos o el daño ambiental no pueden ser compensados por otros beneficios potenciales. Ninguna combinación de beneficios puede compensar la pérdida de suficiente aire limpio para respirar, suficiente agua potable, suelo y clima para satisfacer nuestras necesidades nutricionales básicas [20].
- **La sostenibilidad social.** Es la capacidad de garantizar las condiciones de bienestar humano (seguridad, salud, educación) y se distribuye equitativamente entre las diferentes clases de la sociedad. Es fundamental mantener la cohesión social para cooperar y lograr objetivos comunes, respetando los derechos humanos básicos como la salud y la felicidad, la alimentación, la vivienda adecuada, la libertad de expresión y la identidad política y cultural [21].
- **La sostenibilidad económica.** Entendida como la capacidad de generar ingresos y empleos para mantener a una población. Además, la política económica debe promover una distribución equitativa de cargas y beneficios en el tiempo y el espacio.
- Finalmente, la sostenibilidad dentro de la cultura determina cómo funcionan las personas en el mundo y, por lo tanto, es esencial para el desarrollo sostenible. Su introducción entre los pilares de la sostenibilidad fue acuñado en 2010, mediante la convención de las Ciudades y Autoridades Locales Unidas (UCLG), la mayor asociación de ayuntamientos del mundo, fundada en mayo de 2004 para defender la democracia y la autonomía local, la cual afirmó en su declaración que: “la misión de la Comisión de Cultura de CGLU para 2011-2013 será promover la cultura como cuarto pilar del desarrollo sostenible a través de la difusión internacional y la implementación local de la Agenda 21 de la Cultura” [22].

2.1.3.3 Objetivos de desarrollos sostenible

Para llegar a lo que actualmente se conoce como Objetivos de Desarrollo Sostenible, ha tenido que pasar un proceso, cuyos orígenes pueden acunarse a los denominados Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) [23].

Es así como, líderes de 189 países se reunieron en la sede central de las Naciones Unidas en septiembre del año 2000, para suscribir la Declaración del Milenio, un documento histórico mediante el cual se comprometieron a alcanzar antes del 2015, un conjunto de ocho objetivos cuantificables. Estos objetivos son brevemente descritos a continuación [24]:

- Objetivo 1: Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
- Objetivo 2: Lograr la enseñanza primaria universal.
- Objetivo 3: Promover la igualdad entre los sexos y el empoderamiento de las mujeres.
- Objetivo 4: Reducir la mortalidad de los niños menores de 5 años.
- Objetivo 5: Mejorar la salud materna.
- Objetivo 6: Combatir el VIH/SIDA, la malaria y otras enfermedades
- Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
- Objetivo 8: Fomentar una alianza mundial para el desarrollo

Estos ODM fueron un hito, ya que eran realistas, fáciles de comunicar y contaban, además, con un mecanismo claro para su cuantificación y seguimiento, por lo que ofrecieron un discurso común para alcanzar el acuerdo global, con lo que alcanzó un progreso notable. Es así como, en 2015, ya se había cumplido el primer objetivo, es decir, reducir las tasas mundiales de pobreza extrema y hambre a la mitad.

En enero de 2016, los ODM fueron reemplazados por la nueva Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible [25], aprobada en septiembre de 2015 por 193 Estados Miembros de Naciones Unidas, tras un proceso consultivo mundial sin precedentes de más de tres años. La nueva agenda está enfocada en la construcción de un mundo sostenible en el que se valoren de igual manera la sostenibilidad del medio ambiente, la inclusión social y el desarrollo económico. Esta nueva agenda, dio lugar a los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuáles se describen a continuación [26]:

- Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
- Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, y promover la agricultura sostenible.
- Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

- Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas.
- Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su ordenación sostenible y el saneamiento para todos.
- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
- Objetivo 9: Construir infraestructura resiliente, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- Objetivo 10: Reducir la desigualdad en y entre los países.
- Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica
- Objetivo 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles:
- Objetivo 17: Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

2.1.4 ODS 7 Energía asequible y no contaminante

Como se ha expuesto en el apartado anterior, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por el Grupo de Trabajo Abierto de la Asamblea General de las

Naciones Unidas reconocen la importancia del medio ambiente y sus recursos para el bienestar humano. Juntos, son la síntesis perfecta del siglo XXI, que buscan soluciones a muchos de los problemas que se enfrenta como comunidad global [27].

En este sentido, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 juega un rol fundamental, ya que plantea “Garantizar el acceso a una energía moderna, fiable, sostenible y asequible para todos” [28]. Para comprender por qué este objetivo es necesario (y de alta relevancia para el interés de este trabajo) y qué se necesita para lograrlo, conviene analizarlo detenidamente. En este sentido, sus cuatro dimensiones son usabilidad, confiabilidad, sustentabilidad y modernidad [29].

Tener en cuenta estas dimensiones es de gran utilidad para considerar todas las aristas desde las que debe ser abordada esta problemática. Por ejemplo, pese que actualmente existe disponibilidad de recursos energéticos, esto puede ser poco útil si estas fuentes de energía no son confiables o potencialmente generan impactos nocivos directos (en su población) o indirectos (en el ambiente).

En muchas partes del mundo en desarrollo, los recursos energéticos suelen ser finitos y los suministros se interrumpen. Hoy en día, el 20 % de la población mundial sigue sin electricidad y muchos incluso experimentan cortes de energía permanentes [29] lo que puede provocar efectos altamente perjudiciales para la sociedad. Por ejemplo, en 2012, un gran corte de energía en la India afectó a casi 700 millones de personas; se interrumpió el sistema eléctrico, los sistemas de transporte y comunicación lo que provocó muchas muertes [30]. Este desastre no solo fue causado por problemas de suministro, sino también por una mala gestión y una infraestructura energética subdesarrollada.

Esto conlleva a uno de los aspectos más importantes del Objetivo 7, es decir el desarrollo sostenible, es así que la energía debe producirse a un ritmo constante para satisfacer las necesidades humanas, mantener la productividad de la sociedad y mejorar las condiciones de vida. Estas funciones también deben llevarse a cabo de la manera más sostenible, es decir, la cantidad de energía generada debe ser muy superior a la cantidad de residuos y contaminación.

Todas las formas de energía sostenible deben ser modernas, aunque no todas las formas modernas de energía son sostenibles. El carbón es quizás el caso especial más importante. En el pasado, el carbón era esencial para la industrialización y para mejorar el nivel de vida de las personas. Sin embargo, muchas de sus ventajas (como la riqueza, el amplio

uso y la facilidad de uso) se ven ensombrecidas por una larga lista de problemas graves que continúan empeorando en una era de crecimiento, población y degradación ambiental [31].

Como resultado, el uso del carbón es insostenible a nivel mundial porque contribuye al cambio climático nivel local porque representa una amenaza para la salud pública y el medio ambiente. Para hacer frente a esta problemática, actualmente existen múltiples estudios que centran su mirada en fuentes de generación renovable no convencional orientados a introducirlos cada vez más en los sistemas eléctricos [32]–[34].

En conclusión, estos son problemas que requieren un enfoque pragmático y multifacético. Las soluciones deben encontrarse a escala global, donde los gobiernos y las agencias deben trabajar juntos. El fruto más evidente de estos esfuerzos son los acuerdos internacionales sobre el cambio climático. Pero esto aún no es suficiente, las soluciones deben encontrarse localmente. Se ha demostrado que los beneficios asociados a los acuerdos internacionales y la política asociada, si bien son necesarios y positivos en general, no siempre llegan al nivel local [35], por lo que el diseño debe particularizarse para las condiciones locales.

En conclusión, el acceso a energía moderna, confiable, sostenible y asequible para todos es un elemento esencial del desarrollo global en el siglo 21, y para esta problemática se necesitan soluciones. Estas soluciones pueden ser difíciles de encontrar y adaptar a las diferentes realidades. Sin embargo, esta tarea se puede lograr si las organizaciones internacionales son previsoras, si los gobiernos pueden trabajar juntos y las comunidades y las personas tienen los incentivos y los recursos adecuados, lo que debe llevarse a todos los niveles, como el industrial, el cual es el caso del presente estudio.

2.1.4.4 Eficiencia energética en el contexto de la sostenibilidad

Todos los días se utilizan grandes cantidades de energía en todos los ámbitos de la sociedad. En este sentido es menester señalar que el aumento de la población mundial supondrá un aumento del consumo, lo que provocará el agotamiento de los recursos energéticos (no renovables), lo que también afectará más aún al cambio climático, por lo que, si no se crean cambios en el uso de la energía en el mediano plazo no será posible desarrollar la vida como la conocemos [36].

En respuesta a esa problemática cobra relevancia el concepto de eficiencia energética, lo cual debe llevarse a todos los aspectos de la sociedad, es decir, en la industria, la movilidad y los hogares, etcétera, lo cuales, al ser eficientes energéticamente pueden contribuir de manera significativa a afrontar esta situación.

Como lo señala la Asociación Ecologista de Defensa de la Naturaleza (AEDENAT) en [37], la eficiencia energética es “la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto , así reduciremos la emisión de CO₂ y calentamiento global.

Con políticas energéticas adecuadas, tanto desde una perspectiva macro (como a nivel nacional e internacional), como a nivel micro (en cada una de las empresas indistintamente de su actividad productiva) se pueden plantear objetivos que tributen a este fin, y así poder asegurar el suministro energético necesario para cubrir los requerimientos de los usuarios mediante la diversificación de fuentes y la utilización de tecnologías limpias que garanticen la sostenibilidad, tanto medioambiental como económica.

Esto puede ser llevado a cabo en todos los ámbitos de la sociedad. Algunas formas de implementarlo se describen a continuación:

- En la industria, mediante la optimización de los procesos industriales, aprovechando mejor el reciclaje de materiales y materias primas, implementando nuevas tecnologías, entre otras [38].
- En el transporte, dónde se puede utilizar la energía de forma más eficiente optimizando los sistemas constructivos para la movilidad, usando plásticos ligeros en vez de piezas metálicas pesadas, optimizando motores y combustibles para aumentar las prestaciones, mejorando la aerodinámica, por mencionar algunos[39].
- En las viviendas, en dónde dependiendo de su ubicación geográfica, la energía puede usarse para calentar y enfriar los hogares, lo que se puede optimizar mediante el uso de aislamiento térmico en casas, y uso adecuado de materiales para su construcción [40].

Finalmente, vale destacar que, junto a la implementación de políticas de eficiencia energética, se encuentran asociados beneficios importantes entre los que se destacan:

- Mejoras en competitividad, mediante la reducción de la factura energética de las instituciones o edificaciones en general que la implementen en sus sistemas, principalmente en el eléctrico
- Incremento en la seguridad de suministro, mediante la reducción de la dependencia energética.
- Reducción de inversiones en infraestructuras, al poder limitar su necesidad por frenar la tasa de crecimiento del consumo
- Y quizás uno de los más importantes, al generar aportes significativos en materia de sostenibilidad, mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y su consecuente limitación del daño al ambiente.

2.2 Antecedentes

En cuanto a estudios previos se refiere, se los ha organizado de acuerdo con dos criterios fundamentales. El primero, orientado a estudios de sostenibilidad y eficiencia energética en la industria, haciendo énfasis en la influencia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y en segunda instancia se ha considerado el aspecto relacionado con la aplicación de los sistemas de gestión de energía en la industria, donde se centra el análisis en las normas ISO vinculadas con estudios energéticos, principalmente haciendo referencia a la ISO50001 y ISO50002, la cuales son referencias internacionales en materia de este tipo de estudios.

Dicho aquello, y haciendo referencia a la aplicación de los criterios de eficiencia y sostenibilidad en la industria, se pueden encontrar trabajos como el presentado por Gómez [41], en donde se revisan las principales tendencias tecnológicas y regulatorias en materia de eficiencia energética en el sector industrial. En este sentido, adicionalmente, identifica las tecnologías más maduras y viables en el corto plazo y se analiza también los retos que deberán resolverse para impulsar las inversiones en eficiencia energética, para de esta manera avanzar en la descarbonización en los distintos sectores industriales en los próximos años. Finalmente, se presentan conclusiones y reflexiones orientadas a facilitar el debate y la toma de decisiones por parte de los distintos agentes (administración, reguladores y empresas industriales) en relación con la eficiencia energética.

Otros autores, como Aristizabal-Alzate y González-Manosalva [42], [43], presentan el estado del arte sobre la aplicación del concepto de desarrollo sostenible en relación con

la industria, haciendo énfasis en sus efectos colaterales y las acciones tomadas para crear una industria verde o limpia donde no solo se considera el elemento económico de la sostenibilidad, sino también los componentes ambientales y sociales. En la misma línea, también se describen los esfuerzos y métodos internacionales que contribuyen a un mejor sistema industrial global.

Por otra parte, en cuanto a la implementación de sistemas de gestión de energía, existe un amplio abanico de estudios que refuerzan los beneficios asociados. Entre ellos, por ejemplo, figura el trabajo presentado por Gopalakrishnan et al. [44], dónde se plantea que el aumento de los costos de la energía impulsado por la demanda global y las legislaciones ambientales han creado la necesidad de un estándar global para administrar el uso de la energía. En dicho trabajo se describe una metodología estándar que utiliza diagramas de flujo y herramientas de software denominada ISO 50001 Analyzer para facilitar el desarrollo de un sistema de gestión de energía compatible con ISO 50001. El software también está diseñado para ser una guía de referencia para consultores de gestión de energía para ayudar a las plantas de fabricación a comprender y cumplir con los requisitos de la norma ISO 50001.

En cuanto a las aplicaciones orientadas al campo industrial se recuperaron varios trabajos. Los más relevantes de acuerdo a la percepción del autor de este trabajo fueron los propuestos por B. Jovanović and J. Filipović et al [13], [44]–[49]. En dichos estudios se aborda la implementación de un sistema de gestión de energía en entornos productivos similares al caso de estudio propuesto en esta investigación. El alcance de estos estudios no conoce fronteras, es así que en general, todos los autores consultados afirman que la transición a fuentes de energía renovables y la eficiencia energética se han convertido en un tema central, también para la industria productora en toda Europa. En este análisis queda en evidencia que el ahorro energético está en la agenda tanto de empresas como de instalaciones e instituciones públicas.

Finalmente, el ámbito nacional (Ecuador) también se han realizado evaluaciones de los sistemas eléctricos. Así, se puede citar el trabajo realizado por G. I. Holguín-Intriago et al. [45] donde se realiza la evaluación del sistema eléctrico de un edificio de propósito educativo con respecto al uso racional y eficiente de la energía eléctrica. La investigación se desarrolló en la Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas (FCMFQ), de la Universidad Técnica de Manabí, aplicando criterios similares a los antes mencionados. Los resultados evidenciaron que el consumo de energía máximo y mínimo acumulado por

día laborable lo cual nos permite establecer un consumo promedio por día, tanto para días laborables como para fines de semana, y en función de ello establecer las posibles opciones de mejora.

2.3 Fundamentación legal

En cuanto al piso legal se refiere, el presente trabajo se encuentra ampliamente enmarcado en políticas de desarrollo internacionales y nacionales, los cuales han sido parcialmente mencionados en el apartado 2.1 de este trabajo. En resumen, el marco legal y normativo sobre el cual se apoya el desarrollo de este documento se presenta a continuación.

Iniciando con el denominado Acuerdo de París [50], el cual se basa en la Convención de Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y congrega todo el mundo en pro de la causa común de reducir rápidamente los efectos de los gases de efecto invernadero, y fortalecer la capacidad de los países para ser más resilientes y poder adaptarse a los impactos del cambio climático, además de asegurar el apoyo adecuado para los países en desarrollo. El acuerdo, además, señala a todos los niveles de gobiernos, sector privado o sociedad civil, que la inminente acción climática y el desarrollo sostenible son objetivos comunes que proporcionan un enfoque claro para las políticas, el desarrollo económico y la sociedad. Vale recalcar que este acuerdo fue el que dio origen a los ya mencionados Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En el ámbito nacional principalmente figura el Plan Nacional de Eficiencia Energética, [51] el cual recopila propuestas aplicables basadas en prácticas internacionales, así como la sustitución progresiva de combustibles y fuentes de energía con alto impacto ambiental por otros con bajo contenido de carbono, principalmente basadas en fuentes de energía renovable, para garantizar un desarrollo económico sostenible, mediante la utilización de los recursos de manera más inteligente, eficiente y responsable con el entorno

Finalmente es menester mencionar en este apartado la Ley Orgánica de Eficiencia Energética [52], la cual tiene por finalidad determinar el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética. Dado que el fin de esta ley es promover la utilización eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, a fin de incrementar la seguridad energética del Ecuador, este trabajo tributa a la

aplicación de estos principios en el contexto industrial, que es dónde se desarrolla el presente caso de estudio, bajo la norma ISO 50001.

3 METODOLOGÍA

3.1 Delimitación de espacio - temporal

La investigación planteada se desarrolló en la Empresa de AGROINDUSTRIA EXTRACTORA DE ACEITES VEGETALES AEXAV CIA.LTDA que está ubicada en el Km196 de la vía Santo Domingo - Quinindé sector La Primavera. El levantamiento de información se realizó en el periodo junio - agosto de 2022, donde se comenzó con la recolección de datos sobre la potencia instalada y las cargas asociadas para determinar los diferentes perfiles, tales como demanda, factor de potencia y consumo de energía.

3.2 Tipo de estudio

Para el desarrollo del presente trabajo, debido a la naturaleza del tema de investigación, se consideró un estudio de tipo mixto, es decir, que posee un componente cuantitativo, debido que se utilizó información medible [53] como la demanda y el consumo de energía del sistema bajo estudio; y cualitativo debido a que a través de la observación en los procesos de palmistería y prensas se pudo describir el flujo de dichos procesos y el estado de los equipos empleados para implementar dichos procesos; así como la necesidad de que estos puedan ser sustituidos para alcanzar los objetivos de eficiencia y sostenibilidad propuestos.

Además, ésta fue una investigación de campo por los medios utilizados para la recolección de datos, donde se logró identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, subprocesos y personal que trabaja para la empresa donde se realizó el presente estudio [54].

3.3 Método de investigación

En relación con los métodos de investigación empleados, en este estudio se aplicó el método descriptivo debido a que la información (potencia instalada, demanda, energía) fue recolectada en el entorno de la industria sujeta a estudio tal como fue observado (es decir, no habrá manipulación de las variables involucradas).

Adicionalmente, dado que se parte del presente estudio en la empresa AEXAV hacia lo general, referente a los sistemas se empleó el método inductivo, así como el método deductivo debido a que se partirá de un marco general de referencia (norma ISO 50002) hacia algo en particular, es decir, el presente proyecto.

3.4 Definición conceptual y operacionalización de las variables

Para el desarrollo de la presente investigación se planteó la variable desempeño energético. Para mejorar la comprensión de éstas, a continuación, se detalla su definición conceptual y operacional, tal y como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1 Variables a ser consideradas en el estudio. Fuente: Elaboración Propia.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Definición de indicador	Tipo de variable
Desempeño energético	Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en termino de desempeño, de servicio de bienes o de energía, tanto la entrada como la salida necesitan ser claramente especificadas en cantidad y calidad y ser medibles[54]	Se recopilará el histórico de consumo de energía de los últimos 12 meses, además la toma de carga a nivel de cabecera del transformador que abastece a la empresa,	Kilo vatio hora (kW/h), Kilo vatio (kW) Kilovoltio, amperio (KVA),	Consumo de energía.	Niveles de energía eléctrica consumida en cada mes	Cuantitativa
				Demanda Instalada.	Niveles de demanda registrados en la curva de demanda	Cuantitativa

		levantamiento en sitio de los equipos y su potencia eléctrica instalada y se recopilará el histórico del valor facturado del consumo de energía de los últimos 12 meses	Dólares americanos (USD)	Potencia Instalada.	Niveles de potencia instalada en función de la inspección en sitio	Cuantitativa
				Facturación de la energía.	Costo de la energía facturada	Cuantitativa

3.5 Población y muestra

La población o universo a la cual pertenece este trabajo es el conglomerado de empresas dedicadas a procesos productivos. Sin embargo, y dada la naturaleza del presente trabajo de fin de máster, la muestra elegida (el caso de estudio) no es de tipo probabilístico, por lo que no es necesario realizar un muestreo, ya que la muestra está definida por las características de la investigación.

3.6 Técnicas de instrumentos

En cuanto a la tipología de las técnicas de investigación empleada se refiere, vale indicar que se usaron principalmente las técnicas de observación y la entrevista, las cuáles permitieron llevar a cabo un análisis directo del objeto de estudio, y en función de aquello se adoptaron los instrumentos de medición pertinentes que permitieron extraer la información en el lugar de estudio.

En primer lugar, se empleó la entrevista, específicamente para obtener información principal de los procesos de la empresa AEXAV, la misma que fue aplicada al Ing. Vinicio Ojeda quien cumple las funciones de jefe de planta.

Adicionalmente, se empleó la técnica de la observación, misma que se aplicó en las visitas de campo, dónde se recopiló la información asociada a la carga eléctrica instalada actualmente y su uso según las diferentes zonas de la empresa, para lo cual se empleó una ficha general de observación como instrumento principal, donde se registraron las observaciones y la potencia de cada motor, según la placa característica, la misma que se muestra en el Anexo 3.

3.7 Proceso de recolección de datos

En primera instancia, se realizaron las visitas al sitio con la finalidad de registrar la demanda eléctrica neta de la empresa, mediante las mediciones en las barras de baja tensión del transformador que abastece a todo su sistema eléctrico. Estas mediciones

fueron almacenadas en un registro empleando una hoja Excel, la misma que es adjuntada como Anexo 1.

De forma paralela se consultó el registro histórico del consumo de la energía en cada uno de los meses del último año, cuya información quedó registrada en una hoja de cálculo y será presentada en forma de histograma, con la finalidad de facilitar su visualización e interpretación.

Acto seguido se procedió analizar el diagrama de procesos de la empresa, mediante la revisión documental de la información suministrada por la alta gerencia, en función de lo cual se registraron las cargas eléctricas asociadas a cada uno de los antes mencionados procesos. Esta información se registró también empleando las herramientas informáticas de MS Office.

En función de toda la información recolectada se procedió a identificar las cargas más representativas en los diferentes procesos en base a lo cual se procederá a elaborar una propuesta de mejora enmarcada en el contexto de la sostenibilidad y la eficiencia energética tomando como referencia la norma ISO 50002.

4 RESULTADOS

4.1 Producción y sistemas eléctricos en AEXAV CIA LTA

El análisis del caso de estudio se centra en la empresa denominada Agroindustrias Extractoras De Aceites Vegetales AEXAV CIA. LTDA, ubicada en el Km. 196 Vía Santo Domingo - Quinindé, Sector La Primavera, Parroquia Rosa Zárate, Cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, Ecuador, cuya ubicación exacta se muestra en la Figura 3 Mapa de ubicación de la empresa. Fuente: [58].

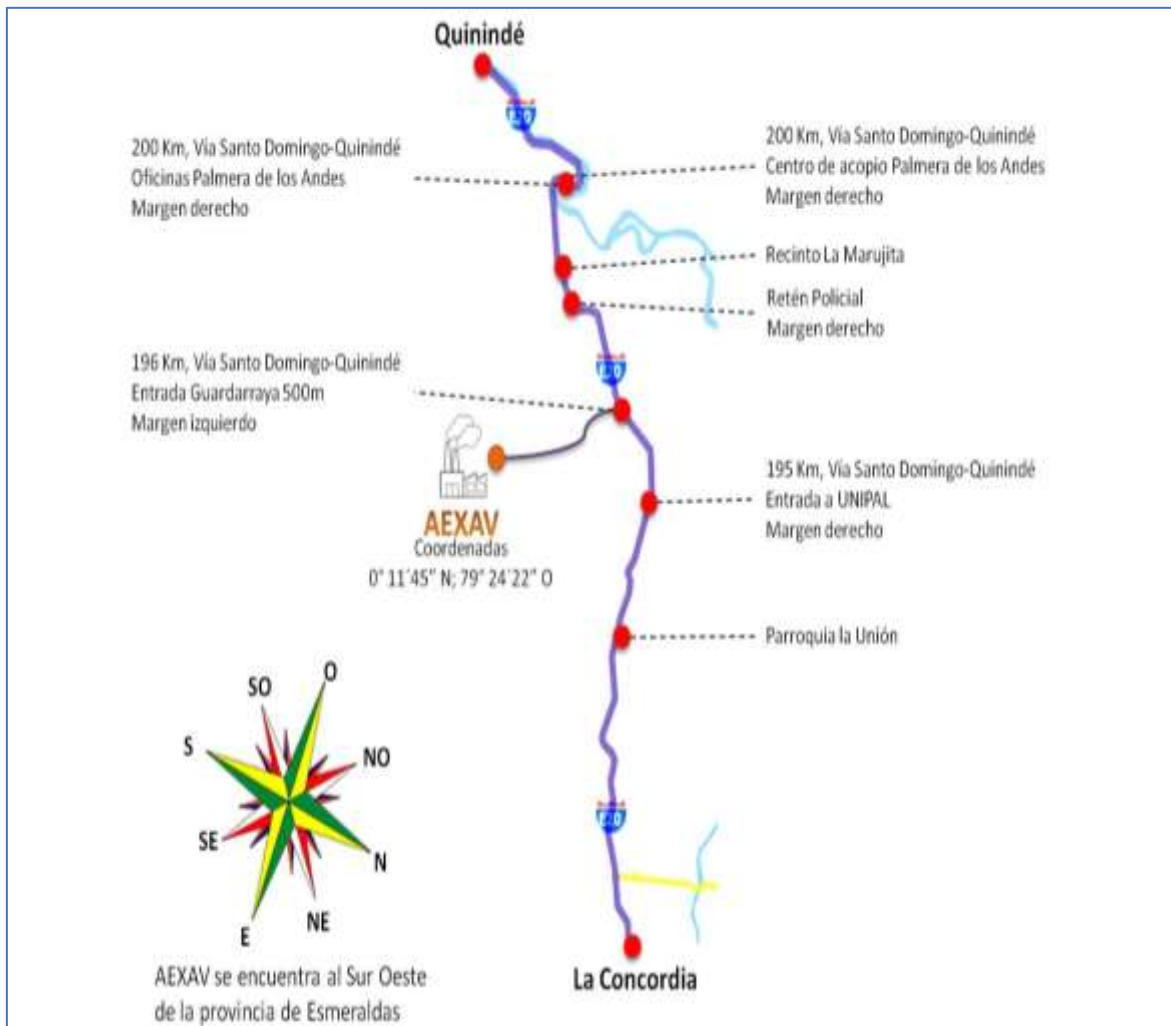


Figura 3 Mapa de ubicación de la empresa. Fuente: [58].

Su actividad productiva se centra en la extracción del aceite, para cuyo fin cuenta con la infraestructura, detallada en la Tabla 2. Además, se detalla la producción promedio en cada proceso de la empresa AEXAV.

Tabla 2 Infraestructura del caso de estudio. Fuente Elaboración propia.

Líneas de producción:	compartida para la producción convencional y orgánica.
Capacidad extractora:	14 t de nuez por día
Área de secado de nuez:	1 silo con capacidad de 80 de 4 m ancho x 4 m largo x 9 m de alto.
Área de rompedoras de nuez y recuperación de almendra:	1 Torre de 4 pisos de 6,65m de ancho x 4,20m de largo
Área de hidrociclones y recuperación de almendra:	29,4 m ²
Área de silos de pre secado y secado de almendra:	Pre secado: 1 silo de 2,5 m ancho x 2,5 m largo x 9m alto capacidad: 24 toneladas. Secado: 1 silo de 3 m ancho x 3 m largo x 9 m alto capacidad:36 toneladas
Área de prensado y clarificación:	Prensado: 48,38 m ² Clarificación: 37,5 m ²
Área de molienda de bagazo:	14 m ²
Área de almacenamiento aceite crudo:	1 tanque de 115 t de uso exclusivo para producto orgánico
Área de almacenamiento torta de palmiste:	70 m ² , exclusivo para producto orgánico.

Tabla 3 Producción promedio de la empresa. Fuente: Elaboración Propia

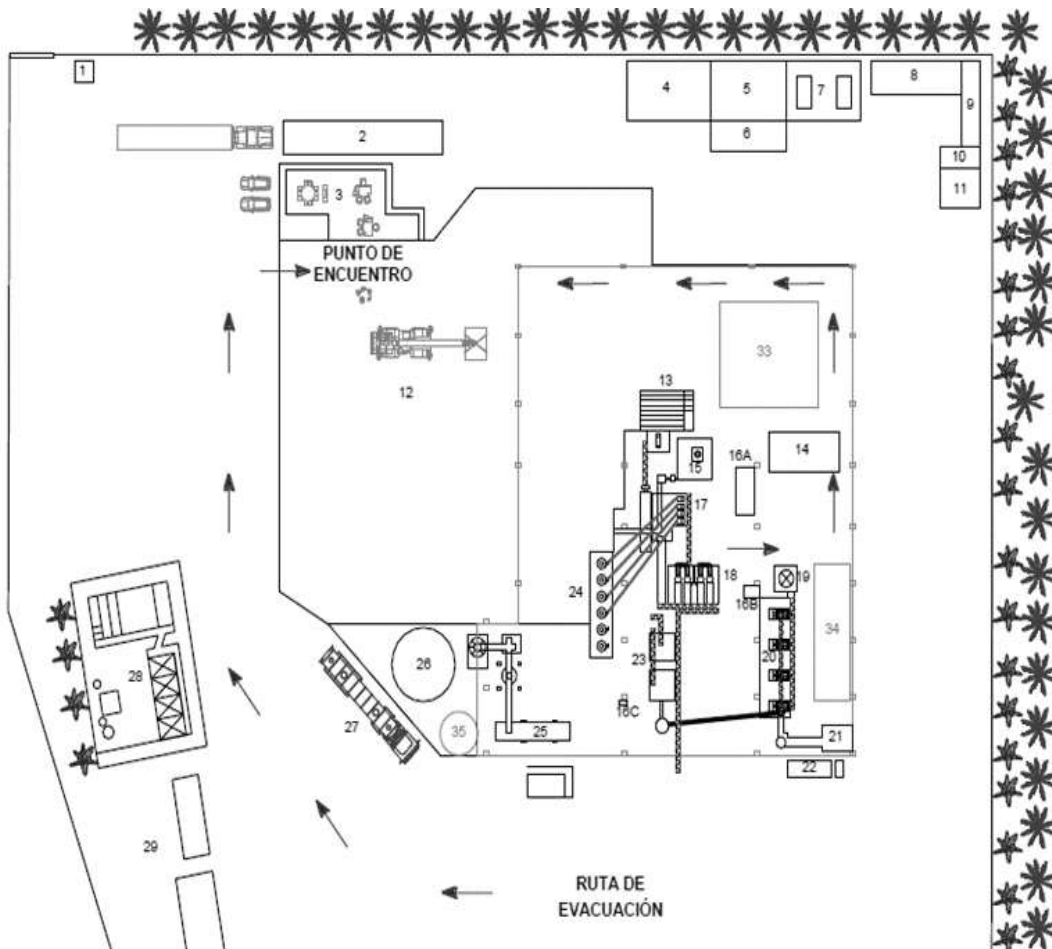
Producción promedio en AEXAV CIA LTDA.			
Procesos	Toneladas por hora [t/ hora]	Toneladas por día [t/ día]	Toneladas por mes [t/mes]
Palmisteria	3,6	86,4	1900,8
Nuez	1,3	3,2	684,4
Torta	0,5	13,9	307,8
Aceite	0,6	16,4	36,7

4.1.1 Procesos y subprocesos

En primera instancia, con la finalidad de comprender la dinámica de la actividad productiva de la organización, conviene tener en cuenta la distribución en el espacio de las diferentes zonas de la empresa, lo cual se muestra en la Figura 4.

En cuanto a la estructura orgánica de empresa se refiere, ésta se encuentra estructurada como se detalla en la Figura 5, la cual se centra en los subprocesos principales de palmistería, prensas y caldero.

Adicionalmente, en la Figura 5 se describe el mapeo general de los procesos de la empresa AEXAV CLTA el cual inicia con el pesado de la nuez y recepción de esta posterior será llevado al área de palmistería y terminará en el proceso de molino.



NOMENCLATURA							
Nº	Descripción	Nº	descripción	Nº	descripción	Nº	descripción
1	Garita	10	Cuarto de desechos	17	Palmisteria	26	Tanque de almacenamiento
2	Bascula	11	Almacenamiento de combustible	18	Hidrociclones	27	Despacho de aceite
3	Oficinas	12	Recepción de nuez	19	Molino	28	Planta de agua
4	Taller 1	13	Tolva de nuez	20	Prensas	29	Piscinas
5	Bodega	14	Almacenamiento de torta convencional	21	Clarificación	30	Campamento
6	Taller 2	15	Silo de nuez	22	Tanque pulmón de aceite	31	Comedor
7	Cuarto de generación	16 A	Tablero eléctrico de palmisteria	23	Silos de almendra	32	Tanque de agua Elevado
8	Cámara de transformación	16 B	Tablero eléctrico de prensas	24	Ventiladores de polvo	33	Área de recepción de nuez orgánica
9	Baños	16C	Tablero eléctrico de caldero	25	Caldero	34	Area exclusiva de almacenamiento de torta orgánica

Figura 4 Distribución de zonas en el plano de la empresa fuente AEXAV. Fuente: Elaboración Propia.

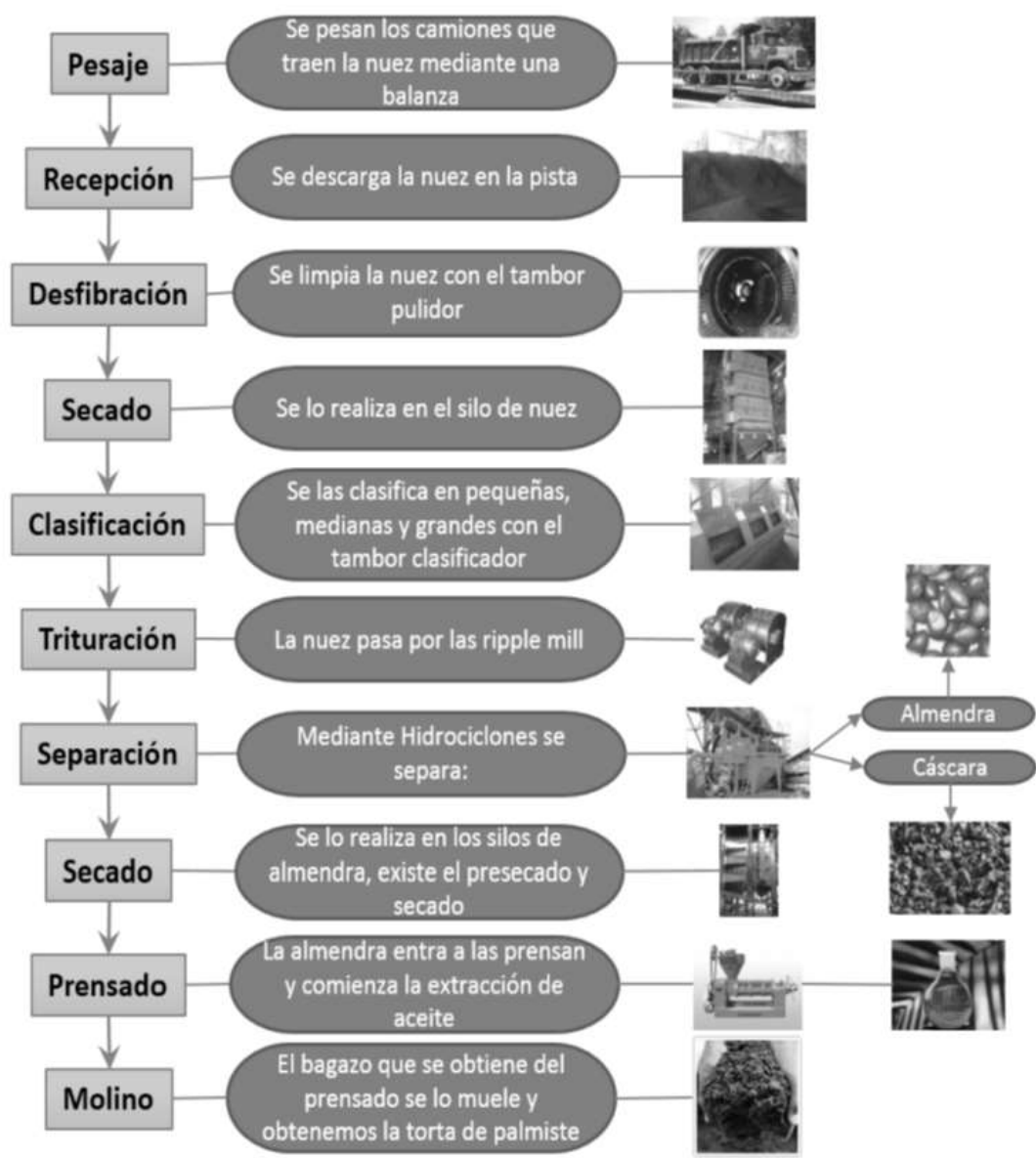


Figura 5 Mapa general de procesos. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Caracterización del sistema eléctrico

Dada la naturaleza y alcance del presente trabajo, la caracterización del sistema eléctrico se realizó desde una perspectiva de eficiencia energética enmarcada en el contexto de la sostenibilidad, por lo que el análisis se centralizó en los consumos y la demanda de todo el sistema, así como de la asociación de las cargas vinculadas a cada uno de los procesos de la empresa.

Además, se ejecutó un análisis pormenorizado en términos de eficiencia energética del sistema bajo estudio, conviene, en primera instancia, conocer el esquema de conexión de las cargas representativas del sistema, para cuyo fin, luego de hacer las respectivas inspecciones a sitio, se determina el diagrama unifilar del caso del estudio presentado en la Figura 6 el cual se representan la red pública en medio voltaje , cámara de transformación y generación además los tableros de control y potencia de palmistería, prensas, caldero igualmente el tablero de planta de tratamiento e iluminación.

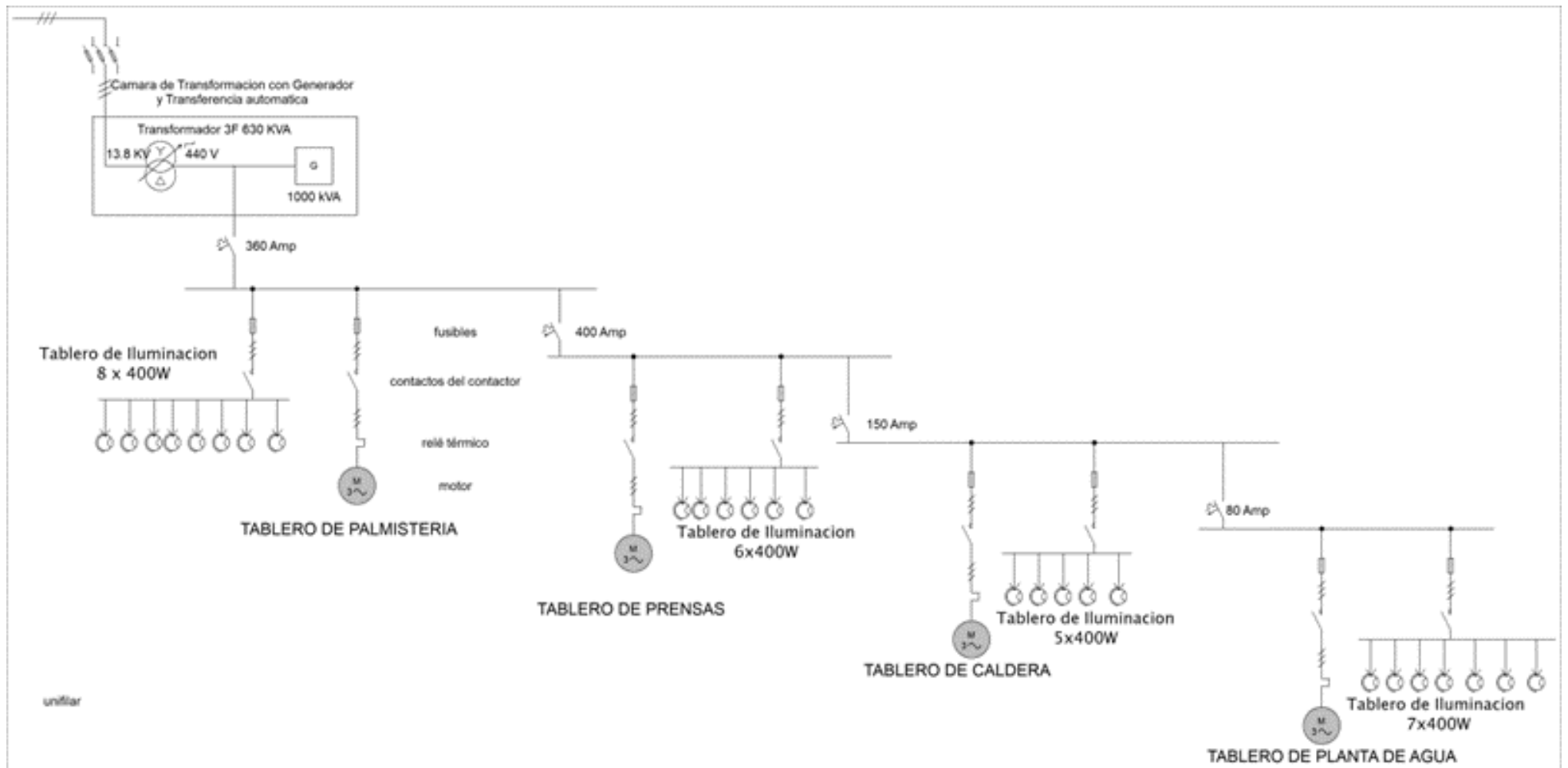


Figura 6 Diagrama unifilar del sistema eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Curva de demanda y análisis energético

Luego de instalar el analizador de redes marca ECAMEN, modelo:PQ3 plus A, Rango: TI-Flex 1000 amperios para realizar mediciones en sitio a nivel de cabecera de la alimentación del sistema en baja tensión tal como lo demuestra la

Figura 7 se logró obtener la respectiva toma de carga del sistema y representar las curvas de demanda mínima, media y máxima en función del tiempo la misma que se representa en la Figura 8 cuyo informe completo junto con el respectivo certificado de calibración del equipo empleado, se presentan en el Anexo 1.



Figura 7 Toma de carga en transformadores. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, se puede visualizar la potencia activa de la fase 1 (PW1), potencia activa de la fase 2 (PW2), potencia activa de la fase 3 (PW3) y la potencia activa neta del sistema (PWT).



Figura 8 Perfil de demanda de la empresa. Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Consumo de energía

Fue necesario determinar los consumos de energía del sistema, para cuyo fin, se presenta la información detallada en el Anexo . En base a esta información, fue posible sintetizar el consumo de cada mes a lo largo del último año, como se muestra en la Figura 9, además se especifica que AEXAV CIA. LTDA mantiene el suministro energía con CNEL EP Unidad De Negocio Esmeraldas, suministro que cuenta con una tarifa industrial con registrador de demanda en 4 horarios:

- Activa de 08h00 a 18h00 (lunes a viernes)
- Activa de 18h00 a 22h00 (lunes a viernes)
- Activa de 22h00 a 08h00 (lunes a viernes)
- Activa de 18h00 a 22h00 (sábados, domingos y feriados)



Figura 9 Histograma de consumo de energía. Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Carga Instalada

Fue necesario levantar la información y conocer cuál es la potencia de los equipos eléctricos instalados y asociar esta información a cada uno de los procesos de la empresa, lo cual, se muestra el resumen en la Tabla 4 y en el Anexo 3.

Tabla 4 Detalle de carga por cada proceso de la empresa. Fuente: Elaboración Propia

Zona/Proceso	Tipo de carga	Potencia Instalada (kW)	Horas de uso durante el día (h)	Energía (kWh)
Palmisteria	Motores	333,3	20	6676,6
	Iluminación	3,2	13	41
Prensa	Motores	170	18	3061,4
	Iluminación	2,4	13	31,2
Caldero	Motores	30,5	18	550,4
	Iluminación	2	13	26
Planta de Agua	Motores	11,1	18	201,4
	Iluminación	2,8	13	36,4

En la Tabla 4 se describe el cálculo de la suma de las cargas tanto de los motores como de los sistemas de iluminación de los procesos que se detallan en las mismas, además multiplicando por el factor de uso de horas por día calculamos el total de energía kW/h estimado a consumir por el día.

En base a esta información, los hallazgos muestran que las cargas representativas asociadas a los distintos procesos y subprocesos de la empresa bajo estudio (de iluminación y de motores), lo cual es de suma importancia debido a que esto direcciona la atención del investigador hacia las cargas representativas que tienen mayor influencia en el consumo de energía del sistema y las consecuentes medidas que deberán aplicarse con la finalidad de mejorar la eficiencia del sistema.

En virtud de lo antes dicho, en primera instancia se procede a analizar el primer grupo de cargas representativas, es decir, los motores, cuyo registro fotográfico se muestra en la y el Anexo 4, y el detalle con los datos de placa se muestran en detalle en la Figura 10 se identifican los datos de placa de un motor tipo instalado en la industria AEXAV CIA.

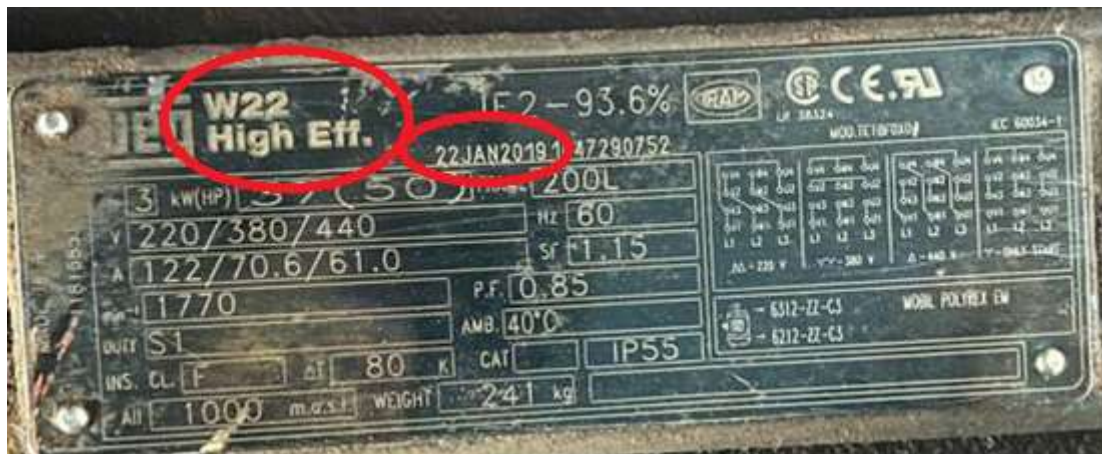


Figura 10 Datos de placa de los motores. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 según los datos de la placa, puede apreciarse que actualmente se encuentran instaladas máquinas de alta eficiencia, lo que es corroborado por el catálogo del fabricante indicado en el Anexo 5, y cuya fecha de fabricación data del año 2019, motivo por el cual, dentro de la propuesta de mejora (con criterios de eficiencia energética) no conviene realizar la sustitución de dichos equipos.

El otro grupo de cargas representativas son las de iluminación, actualmente de haluro metálico de 400 W, en donde resulta conveniente su reemplazo por otras de iguales prestaciones, pero en tecnología LED, para cuyo fin se sugiere emplear las luminarias

indicadas en el Anexo 6, con una potencia de 200 W. Dado que su uso es permanente a lo largo de todo el proceso productivo, es claro advertir que se obtendrá un ahorro del 50% del consumo asociado a esta carga.

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para proceder al análisis y la discusión de los resultados conviene en primera instancia, partir del problema de investigación planteado en el presente trabajo, donde queda en evidencia que existe una problemática vinculada con el uso eficiente y sostenible de la energía por lo que es necesario llevar estos criterios al campo de acción de las empresas, principalmente a las vinculadas al sector industrial. En este sentido, se ha realizado el análisis de la situación actual del sistema eléctrico de la empresa AEXAV desde la perspectiva de un estudio de eficiencia energética, como se ha presentado de forma detallada en el apartado 3.1.2.

Dicho aquello, y haciendo referencia a la aplicación de los criterios de eficiencia y sostenibilidad en la industria, los resultados alcanzados en el presente trabajo se asemejan a los alcanzados por Gómez [41], en donde se revisan las principales tendencias tecnológicas e identifica las tecnologías más maduras y viables en el corto plazo, en este sentido, al igual que en este trabajo, utilizar motores de alta eficiencia es uno de los ejes principales para alcanzar objetivos de eficiencia energética dentro de la organización.

Adicionalmente, en este trabajo ha quedado en evidencia la inherente relación entre el concepto de desarrollo sostenible y su aplicación en la industria, tal y como lo han manifestado previamente autores como Aristizabal-Alzate y González-Manosalva [42], [43], los cuales presentan el estado del arte sobre la aplicación del concepto de desarrollo sostenible en relación con la industria, haciendo énfasis en sus efectos colaterales y las acciones tomadas para crear una industria verde o limpia donde no solo se considera el elemento económico de la sostenibilidad, sino también los componentes ambientales y sociales. En este sentido, a diferencia del presente trabajo, no se ha incursionado en dichos componentes ambientales y sociales aplicados en industrias de este tipo en el contexto ecuatoriano, lo cual abre espacios para nuevas líneas de investigación.

A diferencia de trabajos como el presentado por Gopalakrishnan et al. [44], dónde se utiliza la herramienta de software denominada ISO 50001 Analyzer para facilitar el desarrollo de un sistema de gestión de energía compatible con ISO 50001, en este trabajo no se ha empleado software alguno, sin embargo los hallazgos realizados sin duda podrán emplearse como insumo base para futuros trabajos que tengan por objetivo principal la implementación de un SGE.

En cuanto a las aplicaciones orientadas al campo industrial, hay coincidencia con trabajos como los propuestos por B. Jovanović and J. Filipović et al [13], [44]–[49] en cuanto a la importancia de la transición de sistemas dónde predomine la eficiencia. En este análisis queda en evidencia que el ahorro energético es uno de los beneficios directos de la implementación de sistemas más eficientes.

Finalmente, en este trabajo se ha realizado considerando adicionalmente la curva de demanda a nivel de cabecera del transformador y el respectivo histograma de consumos de energía y en función de ello se han establecido las posibles opciones de mejora, a diferencia de lo realizado en el trabajo por G. I. Holguín-Intriago et al. [45] donde se realiza la evaluación del sistema eléctrico de un edificio de propósito educativo con respecto al uso racional y eficiente de la energía eléctrica, en la Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas (FCMFQ), de la Universidad Técnica de Manabí, en dónde los resultados evidenciaron que el consumo de energía máximo y mínimo acumulado por día laborable.

Es menester señalar que los hallazgos alcanzados en el presente estudio tienen ciertas limitaciones que impiden poder generalizar el potencial impacto positivo que puede alcanzar un estudio de eficiencia energética en el sistema eléctrico de una industria. Por ejemplo, en este caso particular, las máquinas (motores) instaladas actualmente cumplen con criterios de eficiencia, sin embargo, en industrias más longevas, esto no necesariamente será así.

Finalmente, merece la pena resaltar que la metodología empleada en este trabajo abre la posibilidad de futuras líneas de investigación, por mencionar algunas, analizar su aplicación en organizaciones con una mayor diversidad de tipos de carga y las acciones que pueden tomarse para mejorar la gestión interna del recurso energético; por otra parte, también es posible explorar aspectos como la huella de carbono asociada a la actividad económica de la industria en cuestión.

6 CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha realizado una revisión del estado del arte en materia de sostenibilidad y eficiencia energética y en función de ello se ha determinado que estos conceptos guardan una estrecha relación con el caso de análisis, en donde los estudios energético-eléctricos juegan un papel fundamental, al estar directamente vinculados con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 7.

Se ha realizado un análisis de la situación actual del sistema eléctrico de la industria AEXAV, con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética, para lo cual fue fundamental la caracterización de las cargas más representativas dentro del sistema, con lo cual fue posible, luego del análisis respectivo, proponer alternativas para el uso más eficiente de la energía. En este caso particular se pudieron identificar dos tipos principales de cargas representativas responsables del mayor consumo energético, por una parte, los motores (asociados a los circuitos de fuerza), y por otra la iluminación.

Para la elaboración de la propuesta de mejora se han tomado en cuenta las dos cargas representativas antes indicadas, es decir, motores e iluminación. En cuanto a la carga asociada a los motores, vale recalcar que en este caso en particular son de alta eficiencia (IE2) y de reciente fabricación (2019), motivo por el cual, no se plantea su reemplazo por el momento. En cuanto a la carga asociada a la iluminación, ha quedado en evidencia que la tecnología de los equipos instalados actualmente es obsoleta, por lo que se plantea su sustitución por tecnología tipo LED, lo cual prevé disminuir el consumo en aproximadamente un diez por ciento.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda al lector incursionar en los nichos de investigación afines donde se puede aplicar la metodología planteada en el presente trabajo, por ejemplo, en industrias, cuyo esquema organizacional y productivo apunte a otros giros de negocio.

Por otra parte, se recomienda en próximos estudios, ampliar el horizonte de un estudio de eficiencia energética incluyendo, por ejemplo, la eficiencia térmica, si resulta pertinente para los procesos asociados.

Se sugiere a los tomadores de decisiones de la empresa AEXAV CIA. LTDA realizar periódicamente este tipo de estudios, con la finalidad de mantener ese ciclo de mejora continua que es fundamental en este tipo de análisis para mantener las operaciones de la organización con niveles a la vanguardia de eficiencia energética y los beneficios que eso conlleva.

Otro tema importante para considerar es que, dada la naturaleza de esta industria, ésta presenta unos hábitos de consumo de la energía que permiten aprovechar el sistema de facturación por bandas, sin embargo, en otro tipo de organizaciones, esto quizá no es posible en primera instancia, por lo que se recomienda ampliar este estudio a otras que presenten esas características, en dónde posiblemente sea incluso necesario replantear sus procesos internos, con la finalidad de alcanzar consumos más convenientes.

Finalmente, se recomienda a los directores de la empresa AEXAV CIA. LTDA tomar este estudio como un insumo base para la elaboración de un sistema de gestión de energía, lo cual traerá consigo mayores beneficios a la organización.

8 ANEXOS

8.1 Anexo 1

Toma de carga de la empresa AEXAV CIA. LTDA

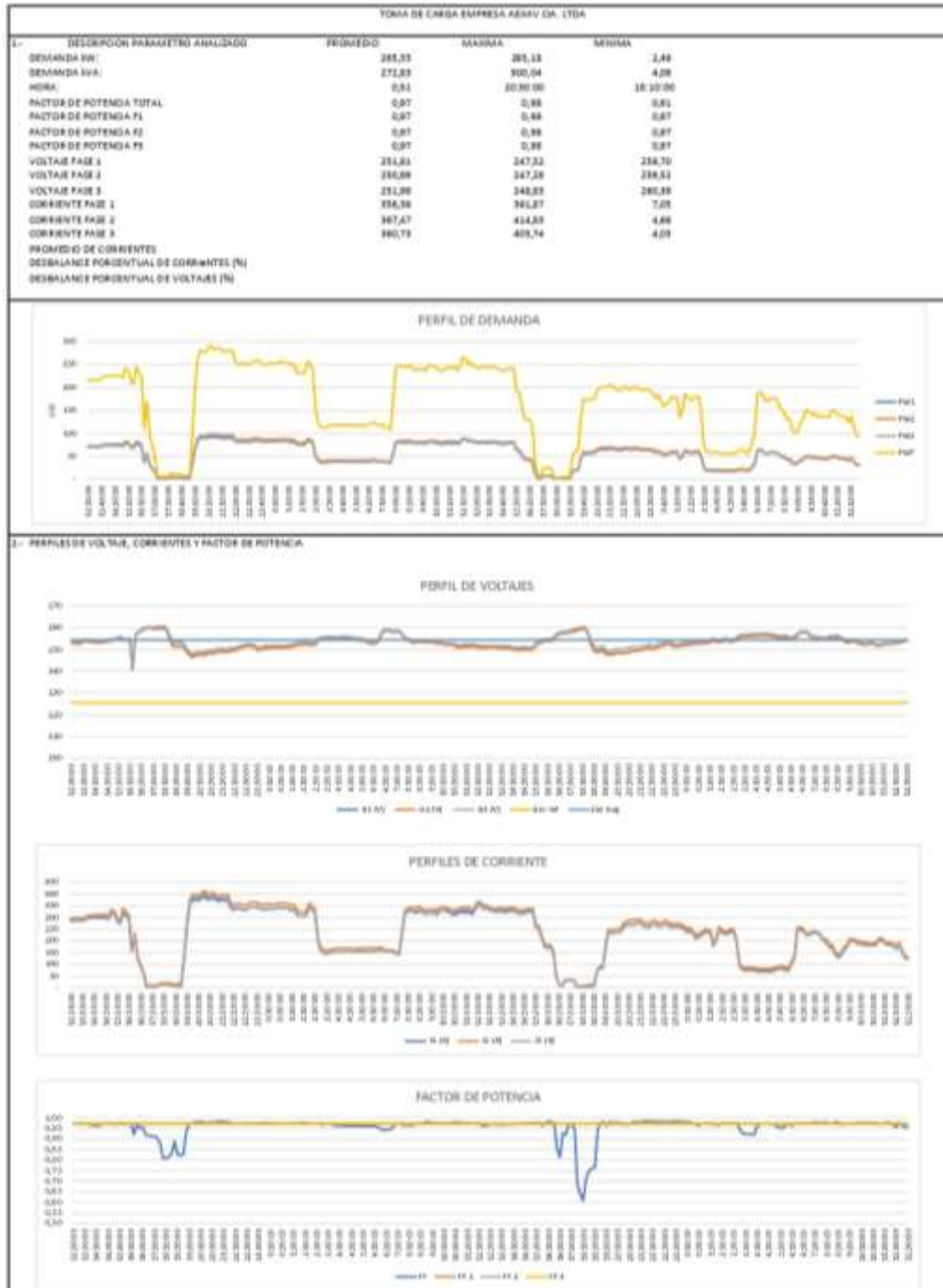


Figura 11 Detalle de toma de carga del transformador. Fuente: Elaboración Propia.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

FIPE-06/02 rev.01 Vigencia 1/03/19

Certificado N°: CCL - 13496		Fecha: 16 de agosto de 2021																					
Equipo:																							
Marca: ECAMEC	Modelo: PQ3plus A	Tipo: -	N° y Serie: 541 S2106																				
Rango: TI-Flex 1000 A		<small>SECRETARÍA FEDERAL DE ENERGÍA</small>																					
Fecha de calibración: 12 de agosto de 2021																							
Metodología:																							
<p>El equipo ha sido verificado contra un instrumento calibrador de parámetros eléctricos en compatibilidad con las normas IEC 61000-4-30 / IEC 61000-4-15 / 61000-4-7. Se procedió a registrar las siguientes magnitudes eléctricas trifásicas: Tensión de Fase, Corrientes de Línea, Potencia Activa, Flicker y Distorsión armónica.</p>																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Instrumentos utilizados</th> <th>Marca</th> <th>Modelo</th> <th>N° de certificado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calibrador de perturbaciones</td> <td>Fluke</td> <td>6100A</td> <td>INTI - 222-1064 (*)</td> </tr> <tr> <td>Calibrador de tensión y corriente</td> <td>Fluke</td> <td>5500A</td> <td>CCLP-198</td> </tr> <tr> <td>Patrón de Energía</td> <td>Rotek</td> <td>MSB100</td> <td>INTI - 17763 (*)</td> </tr> <tr> <td>Voltímetro</td> <td>Agilent</td> <td>34402a</td> <td>CCLP-200</td> </tr> </tbody> </table>				Instrumentos utilizados	Marca	Modelo	N° de certificado	Calibrador de perturbaciones	Fluke	6100A	INTI - 222-1064 (*)	Calibrador de tensión y corriente	Fluke	5500A	CCLP-198	Patrón de Energía	Rotek	MSB100	INTI - 17763 (*)	Voltímetro	Agilent	34402a	CCLP-200
Instrumentos utilizados	Marca	Modelo	N° de certificado																				
Calibrador de perturbaciones	Fluke	6100A	INTI - 222-1064 (*)																				
Calibrador de tensión y corriente	Fluke	5500A	CCLP-198																				
Patrón de Energía	Rotek	MSB100	INTI - 17763 (*)																				
Voltímetro	Agilent	34402a	CCLP-200																				
<p>(*) Instrumentos certificado utilizando patrones trazables en laboratorios signatarios de Acuerdo de Mutuo Reconocimiento del Comité Internacional de Pesas y Medidas: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (I.N.T.I. - Argentina), National Institute of Standards and Technology (NIST - USA) y National Physical Laboratory (NPL - UK)</p>																							
Resultado de las Mediciones			HOJA:																				
- MEDICIÓN DE TENSIONES y CORRIENTES			2																				
- MEDICIÓN DE POTENCIA ACTIVA			3																				
- MEDICIÓN DE DISTORSIÓN ARMÓNICA DE TENSIÓN y FLICKER			4																				
Condiciones de Referencia:																							
Frecuencia del generador : 60 Hz (± 0.1)																							
Temperatura ambiente de medición (24 ± 2) °C.																							
Humedad relativa ambiente de medición (35 ± 10) %																							

Nota 1: No reproducir excepto en su totalidad, salvo por autorización escrita de Ecamec.

Nota 2: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a los elementos ensayados en el Laboratorio en las condiciones detalladas.


Realizó	Revisó:	Hoja N° 1 de 4
 Tec. Pablo J. Rovito Laboratorio	 Ing. J. Figueroa Resp. Laboratorio	

Figura 12 Certificado de calibración del equipo empleado. Fuente: CNEL

8.2 Anexo 2

Tabla 5 Registro histórico de consumo de energía periodo (agosto 2021- agosto 2022).

Fuente: Elaboración Propia.

Registro histórico de consumo de energía periodo (agosto 2021- agosto 2022). AEXAV es consumidor con tarifa general con demanda horaria diferenciada)			
Año/mes	Descripcion de horario diferenciado	Consumo de energía kW/h	Consumo de energía kW/h Total
ago-21	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	27650	56140
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	7490	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	20790	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	210	
sep-21	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	17500	27580
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	1190	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	8050	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	840	
oct-21	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	23030	40320
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	4270	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	12740	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	280	
nov-21	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	15750	36610
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	3850	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	16660	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	350	
dic-21	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	13510	27090
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	2310	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	10920	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	350	
ene-22	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	11690	31570
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	2590	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	16240	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	1050	
feb-22	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	11060	21840
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	1680	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	8820	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	280	
mar-22	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	9310	24080
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	3010	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	11480	

	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	280	
abr-22	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	15050	29030
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	2010	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	11760	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	210	
may-22	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	17220	49280
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	5320	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	24640	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	2100	
jun-22	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	17710	46410
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	4480	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	22610	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	1610	
jul-22	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	7980	30170
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	2940	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	17640	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	1610	
ago-22	Activa 08h00 a 18h00 (L-V)	14070	26440
	Activa 18h00 a 22h00 (L-V)	2310	
	Activa 22h00 a 08h00 (L-V)(S-D-F)	8050	
	Activa 18h00 a 22h00 (D-D-F)	2010	

8.3 Anexo 3

Tabla 6 Detalle de levantamiento de carga de la empresa AEXAV. Fuente: Elaboración propia.

FICHA LEVANTAMIENTO DE CARGA				
ITEM	DEFIBRADOR	P	V	
1	Transportador de tolva	3HP	440	
2	Elevador de nuez #1	2HP	440	
3	Ventilador desfibrador	30HP	440	
4	Transportador al desfibrador	1 HP	440	
5	Tambor pulidor	7,5HP	440	
6	Transportador de nuez al despedregador	1HP	440	
SILO DE NUEZ				
7	Ventilador de nuez	50HP	440	
8	Esclusa de nuez	1HP	440	
9	Motor de la parrilla	1HP	440	
10	Transportador de nuez al elevador #2	1.5HP	440	
11	Elevador de nuez #2	3HP	440	
Rompedoras				
12	Transportador al tambor clasificador de nuez	1.3HP	440	
13	Motorreductor del tambor clasificador de nuez	2HP	440	
14	Ripper mill #1	15HP	440	
15	Ripper mill #2	15HP	440	
16	Ripper mill #3	10HP	440	
17	Esclusa de almendra rota #1	1HP	440	
18	Esclusa de almendra rota #2	1HP	440	
19	Esclusa de almendra rota #3	1HP	440	
20	Mezcladora de almendra #1	1.5HP	440	
21	Mezcladora de almendra #2	1.5HP	440	
22	Transportador de almendra al tambor clasificador	1.5HP	440	
23	Motorreductor del tambor clasificador de almendra	2HP	440	
24	Transportador de almendra rota hacia el hidrociclón	1 HP	440	
25	Motorreductor banda transportadora de almendra	1HP	440	
VENTILADORES DE FIBRA Y POLVOS				
26	Ventilador de ciclón de fibra	15HP	440	
27	Ventilador de polvo #1	15HP	440	
28	Ventilador de polvo #2	15HP	440	
29	Ventilador de polvo #3	15HP	440	
30	Esclusa de polvo #1	1HP	440	
31	Esclusa de polvo #2	1.5HP	440	
32	Esclusa de polvo #3	1HP	440	
33	Esclusa de polvo #4	1.5HP	440	
34	Transportador de fibra al patio #1	3HP	440	
35	Transportador de fibra al patio #2	3HP	440	
HIDROCICLON				
43	Bomba de cascara hidrociclón nuevo	25HP	440	
44	Bomba de almendra hidrociclón nuevo	25HP	440	
45	Rodillos escurridores hidrociclón nuevo	2HP	440	
46	Bomba de cascara hidrociclón viejo	30HP	440	
47	Bomba de almendra hidrociclón viejo	25HP	440	
48	Rodillos escurridores hidrociclón viejo	2HP	440	
49	Transportador de almendra mojada al elevador	3HP	440	
50	Transportador de cáscara mojada	3HP	440	
51	Transportador de cascara al patio	3.6 HP	440	
52	Bomba de agua de la planta	15HP	440	
Silos de almendra				
53	Elevador de almendra húmeda	1.5HP	440	
54	Ventilador del silo de almendra húmeda	40HP	440	
55	Transportador de almendra húmeda	1.5HP	440	
56	Transportador de almendra húmeda al silo de seca	1HP	440	
57	Motor de parrilla silo de húmeda	1HP	440	
58	Elevador de almendra seca	1.5HP	440	
59	Ventilador del silo de almendra seca	40HP	440	
60	Transportador de almendra seca	1HP	440	
61	Transportador de almendra seca al bacheo	1HP	440	
BACHEO				
62	Elevador de almendra seca bacheo	2HP	440	
63	Transportador neumático a prensas	15 HP	440	

T
A
B
L
E
R
O

D
E

P
A
L
M
I
S
T
E
R
I
A

PRENSAS				
T A B L E R O	64	Transportador alimentador de prensas	2HP	440
	65	Prensa #1	73.76 HP	440
	66	Prensa #2	50HP	440
	67	Prensa #3	50HP	440
	68	Prensa #4	50HP	440
	69	Transportador de aceite a tanque recolector	1HP	440
	70	Transportador de torta sin moler	1.5HP	440
	71	Elevador de torta sin moler	1.5HP	440
D E	72	Molino	50HP	440
	CLARIFICACIÓN			
P R E S A	73	Motor tamiz vibrador	1HP	440
	74	Bomba de aceite tanque recolector	2HP	440
	75	Bomba de aceite tina hacia filtro niagara	2HP	440
	76	Bomba de aceite filtro prensa	3HP	440
	77	Bomba de aceite filtrado a gemelos	3HP	440
	78	Bomba de aceite almacenamiento	3HP	440
	79	Bomba de despacho	1HP	440
	80	Compresor	10HP	440

CALDERO				
T A B L E R O	36	Alimentador del caldero	1.74HP	440
	37	Tiro inducido de caldero	25HP	440
	38	Esclusa de ceniza	1HP	440
	39	Bomba alimentacion de caldero grande	15HP	440
	40	Bomba alimentacion de caldero pequeña	7.5HP	440
	41	Ventilador primario del caldero	7.5HP	440
	42	Ventilador de combustible	7.5HP	440

PLANTA DE AGUA				
T A B L E R O D E P L A N T A D E A G U A	81	Bomba de agua	3HP	440
	82	Agitador de cal	0.5HP	440
	83	Agitador tanque neutralizador	0.5HP	440
	84	Bomba de agua hacia el tanque de floculacion	3HP	440
	85	Bomba de agua hacia los filtros	2HP	440
	86	Bomba de agua del hidroneumatico	2HP	440
	87	Bomba de agua de la poza	5HP	440
	TOTAL			

8.4 Anexo 4

Registro fotográfico de las cargas representativas en el consumo de energía del sistema.



Figura 13 Luminarias instalada actualmente. Fuente: Elaboración propia.



Figura 14 Zona de procesamiento de materia prima. Fuente: Elaboración propia.



Figura 15 Placa de un motor tipo. Fuente: Elaboración propia.

8.5 Anexo 5



W22 - Eficiencia y confiabilidad para la industria

Alto rendimiento con máxima eficiencia de energía, esto es el significado del nuevo motor eléctrico WEG. Alto rendimiento y bajo costo de propiedad durante toda la vida útil del motor, han sido la base para el desarrollo del W22. Un diseño creado para anticipar conceptos en rendimiento y ahorro de energía.

Baja costo operacional total
Un producto que puede operar la mayoría de su vida útil consumiendo el mínimo de energía posible con altos niveles de productividad operando continuamente sin paradas no planificadas y con alta eficiencia, consecuentemente generando el máximo valor al usuario - esto es lo que se encuentra en el nuevo concepto W22.

Versatilidad
El nuevo concepto permite que la caja de conexiones sea instalada en la parte superior, en la derecha o izquierda usando un extensor sin desmontar el motor completo, reduciendo de esta manera el tiempo de modificación y almacenados.

Aplicaciones con convertidores
El exclusivo sistema de aislamiento WISE utilizado en la línea W22 aumenta la resistencia dieléctrica de los bobinados, permitiendo operaciones con convertidores de frecuencia hasta 575 V sin la necesidad de modificaciones adicionales, lo que resulta en flexibilidad y aumento de la vida útil del motor.

Durabilidad
El Hierro fundido utilizado en la fabricación de los motores industriales es producido dentro de WEG, con alto estándar de calidad. Asociando la calidad del Hierro gris a las ventajas de un diseño innovador, los componentes producidos en Hierro fundido confieren a la línea W22 mayor resistencia al impacto y mejor disipación térmica, asegurando mayor durabilidad y confiabilidad en condiciones adversas. El nuevo diseño de la tapa deflectora suministra gran resistencia a impactos. Además, las tapas fueron diseñadas para mejorar la disipación del calor.

Extensiones de la línea para el futuro
La plataforma W22, ofreciendo alta eficiencia y bajo costo de mantenimiento, será la base para futuros desarrollos de WEG. Como referencia, los nuevos motores de imanes permanentes y a prueba de explosión. Un diseño Eco (Ecológico) de motores compactos con materiales de fabricación optimizados están siendo desarrollados ofreciendo una relación potencia/carcasa reducida. WEG está segura que los principios del W22 son la base para el éxito de motores eléctricos de calidad mundial.

Figura 16 Descripción del fabricante de los motores instalados actualmente. Fuente [56].

Certificaciones



Los motores WEG W22, son construidos de acuerdo a las especificaciones NEMA MG-1 para uso en ambientes húmedos o ambientes severos sin afectar su vida útil.

Disponibles



143T a 184T



213T a 326T



3543T a 4443T



4457T a 5893T



W22 - Motor Trifásico | 3

Figura 17 Características dadas por el fabricante de los motores instalados actualmente. Fuente [56].

8.6 Anexo 6

LED / Profesional Interior **SYLVANIA**

LED HIGH BAY GC350 DIM

IP65

IK08




DIMENCIONABLE /
ADJUSTABLE



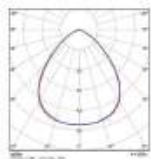
Características

- Diseñada para mejorar la calidad de iluminación en bodegas, plantas de producción e instalaciones comerciales de grandes superficies y altura, reduciendo costos de energía y mantenimiento.
- Estructura compacta y robusta con chasis de aluminio inyectado.
- Clasificación de seguridad eléctrica: Clase I
- Luminaria con alta eficacia de hasta 130lm/W.
- Temperatura ambiente de operación: -25 °C – 45 °C.
- Gancho para instalación en alturas.






Watt	Ø (mm)	L (mm)
150W	360	205
200W / 240W	430	205



CÓDIGO	POTENCIA (W)	TENSIÓN DE OPERACIÓN (V)	FLUJO LUMINOSO (lm)	FACTOR DE POTENCIA	EFICACIA (lm/W)	TEMPERATURA DE COLOR (K)	IRC	ANGULO °	VIDA ÚTIL (h)
P28753	150	100-277	19500	>0.95	130	5700	80	90	50000
P28754	200	100-277	26000	>0.95	130	5700	80	90	50000
P28755	240	100-277	31200	>0.95	130	5700	80	90	50000

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70), sobre luminaria completa.




PLANTAS DE PRODUCCIÓN


BODEGAS


GRANDES SUPERFICIES


Iluminación por LED High Bay

La información contenida corresponde a valores nominales registrados bajo condiciones controladas de tensión y temperatura. Imagen de referencia, Sylvania se reserva el derecho de modificar y/o cambiar este producto o sus especificaciones técnicas sin notificación previa por evolución de la tecnología LED.

Figura 18 Características del fabricante de las luminarias propuestas. Fuente: [57].

REFERENCIAS

- [1] L. Al-Ghussain, «Global warming: review on driving forces and mitigation», *Environmental Progress and Sustainable Energy*, vol. 38, n.º 1, pp. 13-21, 2019, doi: 10.1002/ep.13041.
- [2] ONU, «Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible». <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (accedido 19 de mayo de 2022).
- [3] ONU, «Energía - Desarrollo Sostenible». <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/> (accedido 19 de mayo de 2022).
- [4] E. Jiménez, M. de la Cuesta-González, y M. Boronat-Navarro, «How small and medium-sized enterprises can uptake the sustainable development goals through a cluster management organization: A case study», *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, n.º 11, 2021, doi: 10.3390/su13115939.
- [5] T. E. T. Dantas, E. D. de-Souza, I. R. Destro, G. Hammes, C. M. T. Rodriguez, y S. R. Soares, «How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals», *Sustainable Production and Consumption*, vol. 26, pp. 213-227, abr. 2021, doi: 10.1016/J.SPC.2020.10.005.
- [6] J. Malinauskaite, H. Jouhara, B. Egilegor, F. Al-Mansour, L. Ahmad, y M. Pusnik, «Energy efficiency in the industrial sector in the EU, Slovenia, and Spain», *Energy*, vol. 208, p. 118398, oct. 2020, doi: 10.1016/J.ENERGY.2020.118398.
- [7] D. Schilirò, «Sustainability, Innovation, and Efficiency: A Key Relationship», pp. 83-102, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-16522-2_4.
- [8] R. Li y V. Mahalec, «Greenhouse gas emissions reduction by cross-sector integration of energy systems: Optimal sizing of integrated entities», *Energy Conversion and Management*, vol. 248, p. 114788, nov. 2021, doi: 10.1016/J.ENCONMAN.2021.114788.
- [9] A. Kamal, S. G. Al-Ghamdi, y M. Koc, «Revaluing the costs and benefits of energy efficiency: A systematic review», *Energy Research & Social Science*, vol. 54, pp. 68-84, ago. 2019, doi: 10.1016/J.ERSS.2019.03.012.
- [10] H. Fuchs, A. Aghajanzadeh, y P. Therkelsen, «Identification of drivers, benefits, and challenges of ISO 50001 through case study content analysis», *Energy Policy*, vol. 142, p. 111443, jul. 2020, doi: 10.1016/J.ENPOL.2020.111443.
- [11] Organización Internacional de Normalización, «Guía de Implantación de Sistemas de Gestión de la Energía: Norma ISO 50001:2018», *Nqa*, p. 55, 2018.
- [12] ISO, «ISO - ISO 50001 — Energy management». <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html> (accedido 24 de mayo de 2022).
- [13] B. Jovanović y J. Filipović, «ISO 50001 standard-based energy management maturity model - Proposal and validation in industry», *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, pp. 2744-2755, 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.10.023.
- [14] ISO, «ISO - ISO 50002:2014 - Energy audits — Requirements with guidance for use». <https://www.iso.org/standard/60088.html> (accedido 5 de junio de 2022).
- [15] ISO, «ISO 50002:2014 Energy Audits-Requirements with guidance for use». INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION, p. 34, 2014.
- [16] J. Mensah, «Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review», *Cogent Social Sciences*, vol. 5, n.º 1, 2019, doi: 10.1080/23311886.2019.1653531.

- [17] I. Gunnarsdottir, B. Davidsdottir, E. Worrell, y S. Sigurgeirsdottir, «Sustainable energy development: History of the concept and emerging themes», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 141, p. 110770, may 2021, doi: 10.1016/J.RSER.2021.110770.
- [18] USA, «U.S. Environmental Protection Agency | US EPA». <https://www.epa.gov/> (accedido 19 de mayo de 2022).
- [19] A. Puig, «30 años de evolución desde el informe Brundtland», *Ciencia y Sociedad*, vol. 19, n.º 1, pp. 27-37, 2018.
- [20] J. Schleicher, M. Schaafsma, y B. Vira, «Will the Sustainable Development Goals address the links between poverty and the natural environment?», *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 34, pp. 43-47, oct. 2018, doi: 10.1016/J.COSUST.2018.09.004.
- [21] A. V. Agbedahin, «Sustainable development, Education for Sustainable Development, and the 2030 Agenda for Sustainable Development: Emergence, efficacy, eminence, and future», *Sustainable Development*, vol. 27, n.º 4, pp. 669-680, 2019, doi: 10.1002/sd.1931.
- [22] GCLU, «La Cultura es el cuarto pilar del desarrollo sostenible», *Documento de orientación política*, p. 15, 2010.
- [23] ONU, «Objetivos de Desarrollo del Milenio | ONU DAES | Naciones Unidas Departamento de Asuntos Económicos y Sociales». <https://www.un.org/development/desa/es/millennium-development-goals.html> (accedido 19 de mayo de 2022).
- [24] CEPAL, «Objetivos de Desarrollo del Milenio | Static Page | Comisión Económica para América Latina y el Caribe». <https://www.cepal.org/es/temas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio-odm/objetivos-desarrollo-milenio> (accedido 19 de mayo de 2022).
- [25] UNDP, «Sustainable Development Goals | United Nations Development Programme». <https://www.undp.org/sustainable-development-goals> (accedido 19 de mayo de 2022).
- [26] UN, «THE 17 GOALS | Sustainable Development». <https://sdgs.un.org/goals> (accedido 19 de mayo de 2022).
- [27] ONU, «Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible». <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/> (accedido 24 de mayo de 2022).
- [28] UN, «Goal 7 | Department of Economic and Social Affairs». <https://sdgs.un.org/goals/goal7> (accedido 24 de mayo de 2022).
- [29] ONU, «Objetivo 7—Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos | Naciones Unidas». <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-7-garantizar-el-acceso-una-energia-asequible-fiable-sostenible-y-moderna-para-todos> (accedido 24 de mayo de 2022).
- [30] H. Pidd, «India blackouts leave 700 million without power | India | The Guardian». <https://www.theguardian.com/world/2012/jul/31/india-blackout-electricity-power-cuts> (accedido 24 de mayo de 2022).
- [31] A. Rehman, H. Ma, M. Ahmad, M. Irfan, O. Traore, y A. A. Chandio, «Towards environmental Sustainability: Devolving the influence of carbon dioxide emission to population growth, climate change, Forestry, livestock and crops production in Pakistan», *Ecological Indicators*, vol. 125, p. 107460, jun. 2021, doi: 10.1016/J.ECOLIND.2021.107460.

- [32] I. Pazmiño Ordóñez, E. Ponce Minaya, y H. Pico Mera, «Study of Transient Angle Stability in Microgrids with Synchronous Generation Through Comparative Analysis of Operating Scenarios BT - Recent Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy», 2021, pp. 106-122.
- [33] I. Pazmiño, D. Ochoa, E. P. Minaya, y H. P. Mera, «Use of Battery Energy Storage Systems to Enhance the Frequency Stability of an Islanded Microgrid Based on Hybrid Photovoltaic-Diesel Generation BT - Sustainability, Energy and City», 2022, pp. 48-58.
- [34] I. Pazmiño, S. Martinez, y D. Ochoa, «Analysis of Control Strategies Based on Virtual Inertia for the Improvement of Frequency Stability in an Islanded Grid with Wind Generators and Battery Energy Storage Systems», *Energies*, vol. 14, n.º 3, p. 698, 2021, doi: 10.3390/en14030698.
- [35] International Energy Agency, «Energy poverty How to make modern», *Energy Policy*, n.º September, 2010.
- [36] Iaea, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, Iea, Eurostat, y Agencia Europea de Medio Ambiente, «Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías», p. 183, 2008, doi: 10.4016/46611.01.
- [37] AEDENAT, «Ante el Cambio Climático, menos CO₂», vol. 5, pp. 1-20, 1997.
- [38] D. Sevilleja Aceituno y F. Soto Martos, «Eficiencia Energética En El Sector Industrial», p. 92, 2011.
- [39] F. M. Kreuzer y G. Wilmsmeier, «Eficiencia energética y movilidad en América latina y el Caribe. Una hoja de ruta para la sostenibilidad», *Documentos de proyectos CEPAL*, p. 305, 2014.
- [40] M. Economidou, V. Todeschi, P. Bertoldi, D. D'Agostino, P. Zangheri, y L. Castellazzi, «Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings», *Energy and Buildings*, vol. 225, p. 110322, oct. 2020, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2020.110322.
- [41] J. Gomez, «Eficiencia-Energética-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-», *Instituto Vasco de Competitividad*, 2021.
- [42] C. E. Aristizabal-Alzate y J. González-Manosalva, «Revisión de las medidas en pro de la eficiencia energética y la sostenibilidad de la industria del cemento a nivel mundial», *Revista UIS Ingenierías*, vol. 20, n.º 3, pp. 91-110, 2021, doi: 10.18273/revuin.v20n3-2021006.
- [43] J. L. Abreu. Badii, M.H., A. Guillen., «Industry and Sustainable Development», *International Journal of Good Conscience*, vol. 11, n.º 21, pp. 7-14, 2017.
- [44] B. Gopalakrishnan, K. Ramamoorthy, E. Crowe, S. Chaudhari, y H. Latif, «A structured approach for facilitating the implementation of ISO 50001 standard in the manufacturing sector», *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 7, pp. 154-165, 2014, doi: 10.1016/j.seta.2014.04.006.
- [45] G. I. Holguín-Intriago, Y. I. Llosas-Albuérne, y J. Pérez-Rodríguez III, «Evaluación del sistema eléctrico de edificios de propósito educativo con respecto al uso racional y eficiente de la energía eléctrica Evaluation of the electrical system of buildings for educational purposes with respect to the rational and efficient use », vol. 6, n.º 5, pp. 1169-1196, 2021, doi: 10.23857/pc.v6i5.2738.
- [46] T. Fiedler y P. M. Mircea, «Energy management systems according to the ISO 50001 standard - Challenges and benefits», *2012 International Conference on Applied and Theoretical Electricity, ICATE 2012 - Proceedings*, 2012, doi: 10.1109/ICATE.2012.6403411.

- [47] A. McKane, D. Desai, M. Matteini, R. Williams, y R. Risser, «Thinking Globally : How ISO 50001 – Energy Management can make industrial energy efficiency standard practice», *Environmental energy technologies*, pp. 1-16, 2009.
- [48] H. Kanneganti *et al.*, «Specification of energy assessment methodologies to satisfy ISO 50001 energy management standard», *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 23, n.º August 2016, pp. 121-135, 2017, doi: 10.1016/j.seta.2017.09.003.
- [49] F. Marimon y M. Casadesús, «Reasons to adopt ISO 50001 Energy Management System», *Sustainability (Switzerland)*, vol. 9, n.º 10, pp. 1-15, 2017, doi: 10.3390/su9101740.
- [50] CMNUCC, «¿Qué es el Acuerdo de París? | CMNUCC». <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris> (accedido 25 de mayo de 2022).
- [51] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035*. 2017.
- [52] Corte_Constitucional, «Ley orgánica de eficiencia energética», *Registro_Oficial*, p. 8, 2019.
- [53] E. Gallardo, «Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo I», *Universidad Continental*, vol. 1, p. 98, 2017.
- [54] A. Carretero Peña, J. M. García Sánchez, y Asociación Española de Normalización y Certificación, *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. Madrid: AENOR Ediciones, 2012.
- [55] A. Alvarez Risco, «Clasificación de las investigaciones.», *Revista de pedagogía*, vol. 39, n.º 105, p. 12, 2020.
- [56] Weg W22, “Motor trifásico,” Manual User. p. 1, 2018, [Online]. Available: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/motor-trifasico.html>.
- [57] Sylvania, “LED HIGH BAY GC350 – Sylvania Ecuador.” <https://sylvania.com.ec/product/led-high-bay-gc350/> (accessed Nov. 20, 2022).