

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS, LIMA 2023”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
EN ENERGIA

AUTORES:

MARLEMP JHOMIRA ROÑA PUMAHUANCA

SILVIA GABINA YANAC HUAMAN

ASESOR:

MG. CARLOS ALFREDO BAILON BUSTAMANTE

LINEA DE INVESTIGACION:

INGENIERIA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2024

PERÚ

Document Information

Analyzed document	INFORME FINAL DE TESIS - Roña Pumahuanca & Yanac Huaman.docx (D182720227)
Submitted	2023-12-28 01:51:00 UTC+01:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	6%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional del Callao / TESIS.pdf Document TESIS.pdf (D173200693) Submitted by: eatecheraa@unac.edu.pe Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	5
W	URL: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/8745?locale-attribute=es .CAICEDO Fetched: 12/28/2023 1:52:00 AM	3
SA	TESIS_Mamani Toque, Hubert Saul.docx Document TESIS_Mamani Toque, Hubert Saul.docx (D141842884)	1
SA	Pachamango Pérez Julio y Villanueva Castrejón Karina Janeth.pdf Document Pachamango Pérez Julio y Villanueva Castrejón Karina Janeth.pdf (D139584638)	6
SA	3873-Sotelo Bautista, Rafael Arturo.pdf Document 3873-Sotelo Bautista, Rafael Arturo.pdf (D41116478)	3
SA	Montoya Vargas, Víctor Manuel - Revilla Briones, César Oswaldo.pdf Document Montoya Vargas, Víctor Manuel - Revilla Briones, César Oswaldo.pdf (D139760301)	1
SA	MONGA_URCUND.docx Document MONGA_URCUND.docx (D38306359)	8
W	URL: https://www.mitma.gob.es/informacion-para-el-ciudadano/informacion-estadistica/calendario-de-disponibilidad-de-las-estadisticas Fetched: 11/20/2021 7:05:01 AM	4
SA	Cruzado Vásquez y Lucero Reyes-IFT-IME.pdf Document Cruzado Vásquez y Lucero Reyes-IFT-IME.pdf (D117671431)	5
SA	PASANTIA DE INVESTIGACIÓN JESSICA DIUZA-JHON ALEXANDER MUÑOZ.docx Document PASANTIA DE INVESTIGACIÓN JESSICA DIUZA-JHON ALEXANDER MUÑOZ.docx (D122613462)	1
W	URL: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health#:~:text=Seg%C3%BAn%20estimaciones%20de%202019%252C%20la,y%20respiratorias%252C%20as%C3%AD%20como%20c%C3%A1nkeres.OSINERMING Fetched: 12/28/2023 1:52:00 AM	1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA
Determinación de línea base ETAPA I
Diseño del plan de gestión ETAPA II
Evaluación técnico economica ETAPA III Determinación de factibilidad ETAPA IV
"DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS, LIMA 2023"
TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE TITULO DE INGENIERIA EN ENERGIA AUTORES: ROÑA PUMAHUANCA MARLEMP JHOMIRA YANAC HUAMAN SILVIA GABINA
ASESOR: MG. BAILON BUSTAMANTE CARLOS ALFREDO LINEA DE INVESTIGACION: INGENIERIA

47%

MATCHING BLOCK 1/38

SA TESIS.pdf (D173200693)

Y TECNOLOGÍA Callao, 2023 PERÚ INFORMACIÓN BÁSICA FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Unidad de investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía. TÍTULO: "

Diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de una empresa de plásticos, Lima 2023"

AUTOR 1: Roña Pumahuanca Marlemp Jhomira DNI: 72728674 ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4055-8571>

AUTOR 2: Yanac Huaman Silvia Gabina DNI: 74556010 ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9531-2997>

**ACTA N°163 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

**LIBRO 001, FOLIO N°189, ACTA N°163 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE
TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA.**

A los 12 días del mes de enero del año 2024, siendo las 18:20 horas, se reunieron en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, los miembros del **Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023**, designado con Resolución de Consejo de Facultad N° 302-2023-CF-FIME – Callao, 10 de noviembre de 2023, para la obtención de los **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- Mg. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI : Presidente
- Mg. JOSÉ MARTÍN CASADO MÁRQUEZ : Secretario
- Mg. GUILLERMO ALONSO GALLARDAY MORALES : Vocal

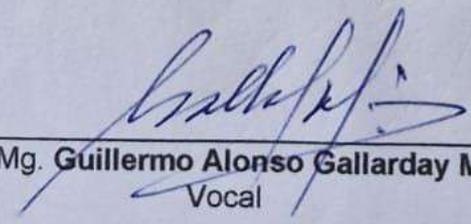
Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **MARLEMP JHOMIRA ROÑA PUMAHUANCA**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN ENERGÍA**, sustenta la tesis "**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS, LIMA 2023**", cumpliendo con la sustentación en acto público de acuerdo al artículo 56° de la Resolución de Consejo Universitario N° 150 -2023-CU.- CALLAO, 15 de junio del 2023.

Con el quórum reglamentario, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición y la absolución de las preguntas formuladas por el jurado, y efectuada la deliberación pertinente, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** en la escala de calificación cualitativa **BUENO**, y con calificación cuantitativa de **15 (QUINCE)**, conforme a lo dispuesto en el Artículo 24° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU- CALLAO, 15 de junio de 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 18:40 horas del día 12 de enero de 2024.


Mg. Alfonso Santiago Caldas Basauri
Presidente


Mg. José Martín Casado Márquez
Secretario


Mg. Guillermo Alonso Gallarday Morales
Vocal



“Año del Bicentenario, de la Consolidación de nuestra Independencia,
y de la Conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

**Dictamen N° 004-2024 - Jurado Evaluador de Sustentación
del II Ciclo Taller de Tesis 2023**

Bellavista, 22 de abril del 2024

EL JURADO EVALUADOR DE SUSTENTACIÓN DEL II CICLO DE TALLER DE TESIS 2023, DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.

Visto, el oficio N° 009-2024 – II CTT – FIME, de fecha 15 de abril de 2024, presentado por el coordinador del II Ciclo de Taller de Tesis 2023, el Mg. Ing. JUAN ADOLFO BRAVO FÉLIX, con el cual remite al Decanato de la FIME el levantamiento de las observaciones remitidas según el Dictamen N° 003-2024 – Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023, a las trece (13) tesis de los bachilleres participantes, para su revisión y evaluación.

CONSIDERANDO:

Que, según el art. 36° del Reglamento de Grados y Títulos de UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU del 15 de junio de 2023, el trabajo de investigación y la tesis son redactados de acuerdo a la directiva emitida por el Vicerrectorado de Investigación, y es dictaminado por el jurado evaluador de sustentación. El presidente del jurado debe presentar el dictamen al Decano, elaborado de manera colegiada con la opinión favorable o desfavorable.

Que, mediante Resolución del Consejo de Facultad de la FIME N° 303-2023-CF-FIME, de fecha 13 de noviembre de 2023, se designó la conformación del jurado evaluador de sustentación del II Ciclo de Taller de Tesis 2023 de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC.

Que, habiendo revisado por cuarta vez las trece (13) tesis luego de su sustentación para determinar si las observaciones realizadas en la tercera revisión fueron levantadas, se verificó que en las trece (13) tesis se levantaron completamente.

Que, mediante la Directiva N° 004-2022-R, aprobada con Resolución Rectoral N° 319-2022-R, de fecha 22 de abril del 2022; Directiva para la Elaboración de Proyecto e Informe Final de Investigación de Pregrado, Posgrado, Equipos, Centros e Instituto de Investigación, el jurado evaluador de sustentación del II Ciclo de Taller de Tesis 2023 de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC.

DICTAMINA:

PRIMERO.- Que, de las trece (13) tesis presentadas por el señor coordinador del II Ciclo de Taller de Tesis 2023, después de la cuarta revisión posterior al proceso de sustentación, las trece (13) tesis levantaron todas las observaciones, cuyos títulos y autores se indican a continuación:



1. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Predictivo en Base al Análisis de Aceite para Mejorar la Disponibilidad Mecánica de la Flota de Cargadores bajo Perfil R1600 en una Unidad Minera – 2023”.

Presentado por los bachilleres: ACUÑA ESPINOZA, ERUNER PRIALE
VALLEJOS HUAMAN, ALEX FAVIO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
ASESOR: Mg. Ing. Arturo Percey Gamarra Chinchay

2. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Mejora de la Disponibilidad de los Equipos del Taller de Fabricación y Mantenimiento de Estructuras y Equipos de Izaje de la Empresa Damol Ingenieros S.A.C. - 2022”.

Presentado por el bachiller: ALBITES AYALA, FABRIZIO RENATO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Arturo Percey Gamarra Chinchay

3. “Aplicación de la Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO) para Incrementar la Disponibilidad de los Equipos Scooptrams en la Cía. Minera Santa Luisa S.A. – 2022”.

Presentado por los bachilleres: BARRERA BUSTILLOS, JUAN CARLOS
ORE BRAVO, JEFFERSON RODRIGO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Arturo Percey Gamarra Chinchay

4. “Diseño de una Red de Oxígeno Medicinal para Reducir el Consumo de Energía Eléctrica del Área de Hospitalización en el Hospital Policial Augusto Belardino Leguía”.

Presentado por los bachilleres: BEDÓN ESTUPIÑÁN, MIGUEL ÁNGEL
MORÁN REYNAGA, PEDRO MANUEL
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

5. “Diseño de un Puente Grúa Monorriel de 04 Toneladas para Reducir el Tiempo de Traslado de Materiales en el Área de Mecanizado de la Empresa Fabricantes y Constructores S.R.L - 2023”.

Presentado por los bachilleres: DÁVALOS GARCÍA, JOSUÉ DANIEL
TENAZOA FASANANDO, RAFAEL
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Esteban Antonio Gutiérrez Hervías

6. Diseño de un Sistema Solar Fotovoltaico para el Ahorro del Consumo de Energía Eléctrica en las Luminarias de la Planta de Chocolates en una Empresa de Alimentos.

Presentado por el bachiller: DÍAZ SÁNCHEZ, ALEXANDER MARTÍN
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva



7. Diseño de un Sistema contra Incendios para la Reducción de Riesgo de Incendios de los Tanques de Almacenamiento de Combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Presentado por el bachiller: ENCO ZAMORA, JORDAN STEVEN
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Esteban Antonio Gutiérrez Hervías

8. “Implementación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Reducir Costos de Mantenimiento de las Bombas de Molienda en una Planta Minera”.

Presentado por el bachiller: GALVÁN MENDOZA, CÉSAR CRISTOFER
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

9. “Diseño de un Programa de Lubricación para Aumentar la Disponibilidad de los Bancos de Prueba para Bombas Oleohidráulicas en una Empresa de Servicios”.

Presentado por los bachilleres: RAMOS ARPHI, CRHISTIAN
VENTURA SERVÁN, PABLO CÉSAR
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante

10. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo en Neumáticos para Mejorar la Disponibilidad en la Flota de Volquetes Actros 4144K en una Unidad Minera del Sur – 2023”

Presentado por el bachiller: ROBLES LEON, ALFREDO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

11. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Tipo Overhaul para Aumentar la Disponibilidad en el Tractor Oruga D6T CAT en una Empresa Minera”.

Presentado por los bachilleres: ROJAS GÓMEZ, VÍCTOR RODRIGO
MOTTA ROSADA, FRANGHOAR ANGELLO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante.

12. “Diseño de un Plan de Gestión para Mejorar la Eficiencia Energética en el Área de Producción de una Empresa de Plásticos, Lima 2023”.

Presentado por las bachilleres: ROÑA PUMAHUANCA, MARLEMP JHOMIRA
YANAC HUAMÁN, SILVIA GABINA
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023



13. "Diseño de un Sistema de Transporte de Caldos de Anchoqueta para Aumentar el Rendimiento de Producción de Aceite en una Planta de Harina de Pescado de 250 TM/H en Puerto Chicama – La Libertad".

Presentado por el bachiller: VALENCIA PACHECO, JORGE LUIS
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva

SEGUNDO.- Elevar el presente dictamen al señor Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC para los fines de Ley y trámite siguiente.

Mg. Ing. **José Martín Casado Márquez**
Secretario

Mg. Econ. **Guillermo Alonso Gallarday Morales**
Vocal

Mg. Ing. **Alfonso Santiago Caldas Basauri**
Presidente

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Unidad de investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía.

TÍTULO:

“Diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de una empresa de plásticos, Lima 2023”

AUTOR 1: Marlemp Jhomira Roña Pumahuanca **DNI:** 72728674

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4055-8571>

AUTOR 2: Silvia Gabina Yanac Huaman **DNI:** 74556010

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9531-2997>

ASESOR: Mg. Bailon Bustamante Carlos Alfredo **DNI:** 07163356

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9275-0903>

LUGAR DE EJECUCIÓN: Lima - Perú

UNIDAD DE ANÁLISIS: Equipos del área de producción

TIPO: Aplicada

ENFOQUE: Cuantitativo

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No Experimental

TEMA OCDE: 2.03.02 Ingeniería en Energía

DEDICATORIA

A mi madre Maria Elena, ejemplo constante de resiliencia, fortaleza y dedicación, a mis hermanas Sofia y Almendra, por ser inspiración y alegría en mis días, a mis abuelos Simón y Rosita, piezas clave en mi formación profesional y personal, por último, agradecer a mi abuelita Leti, gracias por todo el amor y ternura que me brindaste, siempre en mi corazón.

Jhomira Roña

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico con todo el cariño con el que me criaron mis padres, Josué y Gladys, cuyo amor y apoyo incondicional me han permitido alcanzar mis metas. A mis hermanos David, Sara y Samanta, les agradezco por su compañía y respaldo, que hacen mis días más felices.

Silvia Yanac

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, a la Universidad Nacional del Callao por formarme profesionalmente, a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos sin ningún interés particular entre ellos un agradecimiento especial al Ing. Orlando Blas Zarzosa por las horas brindadas, agradecer de forma particular a mi compañera y amiga Silvia Yanac que hizo de esta experiencia algo inolvidable y en general a todas las personas que estuvieron involucradas en este trabajo de investigación.

Jhomira Roña

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien me permitió ser fuerte y valiente ante este peldaño más de mi vida profesional. A mis compañeros de trabajo y amigos quienes con su apoyo moral y respaldo pude dedicarme a la presente tesis, a todos los docentes que con su conocimiento nos guiaron en este proyecto y en particular al Ing. Orlando Blas Zarzosa por los ánimos y tiempo brindado. Por último, agradecer a mi compañera y amiga Jhomira, por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas.

Silvia Yanac

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. Problema General.....	14
1.2.2. Problemas Específicos	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. Objetivo General	15
1.3.2. Objetivos Específicos.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN	15
1.4.1. Justificación económica	16
1.4.2. Justificación práctica	16
1.4.3. Justificación medio ambiental	17
1.4.4. Justificación tecnológica	17
1.4.5. Justificación teórica.....	17
1.5. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5.1. Delimitación teórica.....	18
1.5.2. Delimitación temporal	18
1.5.3. Delimitación espacial	18
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19
2.1.2. Antecedentes nacionales	23
2.2. BASES TEÓRICAS	27
2.2.1. La norma ISO 50001	27
2.2.2. Ciclo de Deming.....	27

2.2.3. Energía eléctrica	29
2.2.4. Potencia eléctrica	30
2.2.5. Conceptos generales de iluminación	31
2.3. MARCO CONCEPTUAL	32
2.3.1. Ahorro de energía	32
2.3.2. Sistemas de energía eléctrica	32
2.3.3. Eficiencia energética	32
2.3.4. Revisión y análisis energético	32
2.3.5. Potencias en el sector industrial	33
2.3.6. Energía reactiva	34
2.3.7. Factor de potencia	36
2.3.8. Sistema de iluminación	37
2.3.9. La iluminación en el sector industrial	37
2.3.10. Iluminación por diodo emisor de luz LED	38
2.3.11. DIALUX – Software de análisis para iluminarias	40
2.3.12. Tarifas eléctricas nacionales	40
2.3.13. Métodos de la evaluación económica	41
2.3.14. Ley N° 27345	44
2.3.15. Decreto Supremo N°053-2007 MINEM	45
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	46
2.4.1. Energía activa	46
2.4.2. Energía reactiva	47
2.4.3. Potencia	47
2.4.4. Potencia Contratada	47
2.4.5. Hora punta	47
2.4.6. Hora fuera de punta	47
2.4.7. Máxima demanda leída	47
2.4.8. Plan de Acción Integral - PAI	47
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	48
3.1. HIPÓTESIS (GENERAL Y ESPECÍFICAS)	48
3.1.1. Hipótesis general	48
3.1.2. Hipótesis específicas	48

3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE	48
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	50
4.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	50
4.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	50
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	50
4.3.1. Población	50
4.3.2. Muestra.....	51
4.4. LUGAR DE ESTUDIO	51
4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	51
4.5.1. Técnica Análisis documental	52
4.5.3. Encuesta.....	52
4.6. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	52
4.6.1. ETAPA I: Determinación de línea base.....	53
Identificación de procesos de producción.....	53
Apartados del plan de gestión energética	57
Identificación de consumos energéticos.....	58
Finalización de línea base	73
4.6.2. ETAPA II: Diseño del plan de gestión	79
PAI N°1: Implementación de banco de condensadores	80
PAI N°2: Reemplazo de luminarias convencionales a luminarias LED	83
PAI N°3: Implementación de temporizador de cuchillas en selladora .	84
PAI N°4: Correcto apagado de fajas durante recesos.....	84
4.6.3. ETAPA III: Evaluación técnico-económica	84
4.6.4. ETAPA IV: Determinación de factibilidad.....	86
4.7. ASPECTOS ÉTICOS EN INVESTIGACIÓN	92
V. RESULTADOS.....	93
5.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS	93
5.2. RESULTADOS INFERENCIALES.....	94
5.3. OTRO TIPO DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS	95
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	99
6.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	99

6.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS INFERENCIALES.....	99
6.3.	DISCUSIÓN DE OTRO TIPO DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS	100
VII.	CONCLUSIONES.....	101
VIII.	RECOMENDACIONES	102
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	103
	ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Cargos de facturación por tarifa eléctrica de MT	41
Tabla 4.2. Resumen de equipos consumidores de energía	59
Tabla 4.3. Equipos consumidores de energía – Predio 440.....	59
Tabla 4.4 Equipos consumidores de energía – Predio 427.....	61
Tabla 4.5 Consumo de energía por iluminación – Predio 440	63
Tabla 4.6 Consumo de energía por iluminación – Predio 427	64
Tabla 4.7 Consumo de energía mes de cuchillas nacionales – Predio 440	65
Tabla 4.8 Consumo de energía mes de cuchillas nacionales – Predio 427	65
Tabla 4.9. Línea base - Resumen de consumo energético de iluminación	68
Tabla 4.10 Consumo de energía mes de fajas nacionales – Predio 427	71
Tabla 4.11 Consumo de energía mes de fajas nacionales – Predio 440	73
Tabla 4.12. Consumo eléctrico noviembre 2022 a octubre 2023 - Predio 440.	74
Tabla 4.13. Consumo eléctrico noviembre 2022 a octubre 2023 - Predio 427.	74
Tabla 4.14. Consumo eléctrico noviembre 2022 a octubre 2023 - Predio 435.	75
Tabla 4.15. Producción mes, noviembre 2022 a octubre 2023 - 440	75
Tabla 4.16. Producción mes, noviembre 2022 a octubre 2023 - 427 y 435	76
Tabla 4.17. Resumen de consumo de energía reactiva mensual – P440	81
Tabla 4.18. Selección de banco de condensadores por potencia - Predio 440	81
Tabla 4.19. Resumen de consumo de energía reactiva mensual – P427	82
Tabla 4.20. Selección de banco de condensadores por potencia - Predio 427	83
Tabla 4.21. Resumen de ahorro energético y económico – Predio 440.....	85
Tabla 4.22. Resumen de ahorro energético y económico – Predio 427.....	85
Tabla 4.23. Flujo de caja de inversión del PAI 1 - Predio 440.....	86
Tabla 4.24 Flujo de caja de inversión del PAI 1 - Predio 427.....	86
Tabla 4.25. Cálculo de indicadores financieros – PAI 1 del predio 440	87
Tabla 4.26. Cálculo de indicadores financieros – PAI 1 del predio 427	87
Tabla 4.27. Flujo de caja de inversión del PAI 2 - Predio 440.....	87
Tabla 4.28. Cálculo de indicadores financieros – PAI 2 del predio 440	88
Tabla 4.29. Flujo de caja de inversión del PAI 2 - Predio 427.....	88
Tabla 4.30. Cálculo de indicadores financieros – PAI 2 del predio 440	89
Tabla 4.31. Flujo de caja de inversión del PAI 3 - Predio 440.....	89

Tabla 4.32. Cálculo de indicadores financieros – PAI 3 del predio 440	90
Tabla 4.33. Flujo de caja de inversión del PAI 3 - Predio 427	90
Tabla 4.34. Cálculo de indicadores financieros – PAI 3 del predio 427	91
Tabla 4.35. Flujo de caja de inversión del PAI 4 - Predio 440.....	91
Tabla 4.36. Cálculo de indicadores financieros – PAI 4 del predio 440	91
Tabla 4.37. Flujo de caja de inversión del PAI 4 - Predio 427.....	92
Tabla 4.38. Cálculo de indicadores financieros – PAI 4 del predio 427	92
Tabla 5.39. Resumen de ahorros económicos.....	94
Tabla 5.40. Propuesta de cantidad de luminarias - Predio 427 - 435.....	96
Tabla 5.41 Ahorro energético de luminarias por áreas - Predio 427 – 435	97
Tabla 5.42 Propuesta de cantidad de luminarias - Predio 440.....	97
Tabla 5.43 Ahorro energético de luminarias por áreas - Predio 440.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Penalidades por energía reactiva para Perú.....	34
Figura 2.2 Ahorro energético con banco de condensadores.....	35
Figura 2.3. Triangulo de potencias.....	36
Figura 2.4. Comparación de eficiencia (lm/W) de tecnologías disponibles	39
Figura 2.5. Tabla de requisitos mínimos de iluminación	46
Figura 4.6. Etapas del diseño de plan de gestión energética.....	53
Figura 4.7. Flujo de procesos de producción	55
Figura 4.8. Maquina Poliblock de área Sellado Industrial	56
Figura 4.9. Máquina Selladora del área de Sellado nacional	57
Figura 4.10. Modelo de producción mensual – Predio 440	76
Figura 4.11. Modelo de producción mensual – Predio 427	77
Figura 4.12. Línea base de consumo de energía - Predio 440	78
Figura 4.13. Línea base de consumo de energía - Predio 427	79
Figura 4.14. Diagrama de flujo de Formación de SGE.....	80
Figura 4.15 Representación de flujo de caja del PAI 1 - Predio 440	86
Figura 4.16 Representación de flujo de caja del PAI 1 - Predio 427	87
Figura 4.17. Representación de flujo de caja del PAI 2 - Predio 440	88
Figura 4.18. Representación de flujo de caja del PAI 2 - Predio 427	89
Figura 4.19. Representación de flujo de caja del PAI 3 - Predio 440	90
Figura 4.20. Representación de flujo de caja del PAI 3 - Predio 427	90
Figura 4.21. Representación de flujo de caja del PAI 4 - Predio 440	91
Figura 4.22. Representación de flujo de caja del PAI 4 - Predio 427	92
Figura 5.23. Línea base de consumo de energía - Predio 440	93
Figura 5.24. Línea base de consumo de energía - Predio 427	93
Figura 5.25. Mejora de indicador de eficiencia energética - Predio 440.....	95
Figura 5.26. Mejora de indicador de eficiencia energética - Predio 427.....	95

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

kW: Kilowatt.

kWh: Kilowatt/hora.

kWA: Kilowatt/Ampere.

MW: Mega Watt.

PAI: Plan de Acción Integral.

OSINERGMIN: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.

KPI: Key Performance Indicator.

LED: Light Emitting Diode.

ISO: Organización Internacional de Normalización.

ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

SPC: Statistical Process Control.

PEI: Plan Estratégico Institucional.

BT: Baja Tensión.

MT: Media Tensión.

VAN: Valor neto actual.

TIR: Tasa de interés de retorno.

B/C: Coeficiente beneficio – costo.

MINEM: Ministerio de Energía y Minas.

RESUMEN

Este proyecto propone el diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de una empresa de plásticos. Se busca abordar un problema que a menudo pasa desapercibido en diversas empresas industriales: la falta de control en el consumo de energía, sin considerar los impactos ambientales asociados a la generación de este recurso esencial para la prestación de servicios y el desarrollo productivo de cualquier entidad. Es crucial destacar que el diseño del plan de gestión energética se compone de cuatro etapas: la determinación de la línea base, la elaboración del plan de gestión, la evaluación técnico-económica y la determinación de la viabilidad. Durante estas etapas, se lleva a cabo un análisis inicial de la empresa, seguido de la identificación de los usos significativos de energía, la caracterización energética y la identificación de oportunidades de mejora que pueden implementarse a través de diversos planes de acción integrales, denominados PAI's. El propósito es reducir y mejorar el consumo eléctrico sin comprometer la calidad de los productos, es decir, aumentar la eficiencia energética en la planta industrial.

Palabras clave: Caracterización energética, eficiencia energética, PAI's, plan de gestión.

ABSTRACT

This project proposes the design of a management plan to improve energy efficiency in the production area of a plastics company. It seeks to address a problem that often goes unnoticed in various industrial companies: the lack of control in energy consumption, without considering the environmental impacts associated with the generation of this essential resource for the provision of services and the productive development of any entity. It is crucial to highlight that the design of the energy management system is made up of four stages: determination of the baseline, preparation of the management plan, technical-economic evaluation and determination of feasibility. During these stages, an initial analysis of the company is carried out, followed by the identification of significant energy uses, energy characterization and the identification of improvement opportunities that can be implemented through various comprehensive action plans called PAIs. The purpose is to reduce and improve electricity consumption without compromising the quality of the products, that is, to increase energy efficiency in the industrial plant.

Keywords: Energy characterization, energy efficiency, PAI's, management plan.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es una parte crítica en la gestión industrial moderna, particularmente en un mundo donde los recursos naturales se vuelven cada vez más limitados y los impactos ambientales se vuelven más notorios. Según el balance nacional de energía del MINEM - 2021 (Vera Gargurevich, y otros, 2021), el consumo final del sector industrial representa el 27% de la matriz energética del país.

De acuerdo con el periódico “La Cámara” las exportaciones de bolsas de plástico aumentaron en un 45% durante el año 2020. (Revista digital de la Cámara de Comercio de Lima, 2021). En este contexto, el sector industrial, incluyendo la producción de plásticos, se encuentra bajo una creciente presión por optimizar su consumo de energía y reducir su huella ambiental.

La industria de los plásticos es una parte esencial de la economía peruana y desempeña un papel fundamental en la fabricación de una amplia variedad de productos utilizados en el día a día. Los países principales receptores de las bolsas peruanas en 2020 fueron Chile, con una participación del 36%; Bolivia (17%); y Ecuador (14%). Es relevante destacar que, en estos tres destinos, las exportaciones de este producto experimentaron notables crecimientos: 124%, 66% y 61%, respectivamente (Revista digital de la Cámara de Comercio de Lima, 2021).

Esta industria también es conocida por su demanda significativa de electricidad, lo que resulta en un alto costo operativo y un perfil energético con diversas oportunidades de mejora. En un mundo cada vez más consciente de la sostenibilidad y las preocupaciones ambientales, es imperativo que las empresas de plásticos busquen soluciones innovadoras para abordar estos desafíos.

La presente tesis se lleva a cabo en el contexto de una empresa de plásticos ubicada en Lima, Perú, con el objetivo de diseñar un plan de gestión integral que permita mejorar la eficiencia energética en su área de producción

constituida por dos grandes procesos principales: extrusión y sellado.

Este estudio se enmarca en la búsqueda de propuestas de mejora que no solo reduzcan los costos operativos de la empresa, sino que también contribuyan al uso responsable de los recursos energéticos, se basa en la premisa de que la eficiencia energética no solo es un deber ético para las empresas, sino también una oportunidad estratégica para mejorar su competitividad a largo plazo.

A lo largo de esta tesis se exploraron los desafíos específicos que enfrenta la empresa de plásticos en cuestión, se analizaron las mejoras en prácticas en gestión energética y se propuso un plan detallado que incluyo medidas como planes de acción integral, dentro de estas medidas se tuvo la implementación de bancos de condensadores para la compensación de energía reactiva, la modernización de tecnologías implementadas en los procesos productivos, la concientización de personal operativo sobre el uso racional de energía y el recambio a sistemas de iluminación adecuados según espacio de trabajo que no afecten la calidad operativa. Además, se consideraron aspectos éticos, sociales y ambientales para garantizar que el diseño de este plan sea beneficioso para la empresa de plásticos.

Esta investigación contribuye al conocimiento en el campo de la gestión energética enfocado en la industria de los plásticos y a ofrecer un enfoque práctico y viable para mejorar la eficiencia energética en una empresa específica en Lima, con la visión de inspirar a otras empresas a diseñar planes similares hacia la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el Perú, la radiografía energética publicada por OSINERGMIN en el 2021 señala que un 54.25% de la energía eléctrica de la matriz energética provienen de las centrales termoeléctricas.

La dependencia de las centrales termoeléctricas que utilizan combustibles fósiles para generar energía eléctrica es un tema importante en el contexto de la sostenibilidad y el cambio climático. La generación de energía a partir de combustibles fósiles, como el gas natural, el petróleo y el carbón, suele ser una fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, generando un impacto ambiental negativo.

La planta donde se realizó la investigación es una de las empresas líderes en la producción de bolsas, vasos y bandejas de plásticos a nivel nacional; actualmente en Lima cuentan con 6 plantas de producción, siendo una fuente de trabajo para 1,300 personas. Si bien el perfil del personal operativo cumple con los requisitos mínimos para comprender el funcionamiento de las máquinas y entender los peligros y riesgos asociados a su uso, actualmente no se tiene un monitoreo respecto a las buenas prácticas de ahorro de energía y falta de concientización sobre su uso racional.

No contar con un plan de gestión genera una deficiencia en el uso de la energía eléctrica. Las consecuencias son diversas, entre ellas se encuentra principalmente la falta de control del parámetro de la eficiencia energética en la planta, consumos de energía irracionales, indicadores de desempeño energético inexistentes y una figura corporativa no amigable con su entorno, esto sumado a altos montos facturados por penalidades de consumo de kVAR que finalmente ocasiona eventos adversos como paradas de planta no programadas, generando que la empresa no cuente con un buen perfil energético y ocasionando un impacto negativo al

ambiente. (Anexo 2)

Actualmente, la planta de bolsas plásticas se encuentra en un proceso de expansión, se ha evidenciado el crecimiento de producción en un 35% desde el año 2010 al 2022, aumentando de manera proporcional el uso de la energía eléctrica, pues en promedio ha pasado de consumir 695,000.00 kWh/mes a 990,300 kWh/mes.

Con el fin de fomentar la eficiencia energética en la empresa, mejorar la calidad de los productos, replicar los planes de acción en las otras sedes de la corporación y seguir demostrando la seguridad del producto a sus clientes, se optó por elaborar un plan de gestión diseñado exclusivamente para los procesos productivos con los que cuenta la planta, esto ocasionara una disminución en los gases de efecto invernadero y un aumento en la eficiencia energética de la planta.

La empresa de plásticos en la que se enfoca la presente investigación, cuanta con 2 predios de producción trabajando las 24 horas del día. La primera etapa de su proceso es el área de extrusión donde se generan las bobinas, cuenta con un total de 36 extrusoras, mientras que la segunda etapa con un total de 72 selladoras hechizas y 24 selladoras industriales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cómo realizar el diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de una empresa de plásticos?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo determinar la línea base del consumo energético de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos?
- ¿Cómo realizar la evaluación técnica-económica de un plan de

gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos?

- ¿Cómo determinar la factibilidad de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos?
- ¿Cómo realizar la validación del diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Realizar el diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética del área de producción en una empresa de plásticos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la línea base del consumo energético de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.
- Realizar la evaluación técnico-económica de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.
- Determinar la factibilidad de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.
- Realizar la validación del diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.

1.4. Justificación

El presente proyecto de tesis está orientado hacia la necesidad de encontrar medidas de ahorro de energía que puedan reflejar ahorros económicos en la

facturación de empresas manufactureras, adicional a ello esto refleja un consumo más eficiente de recursos, por lo tanto, un perfil energético más amigable con el ambiente.

El aporte que este proyecto de investigación otorgará a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Energía es significativo, debido a que, profundiza la eficiencia y uso de medidas de ahorro energético en empresas nacionales las cuales podrían ser replicadas en futuros proyectos.

1.4.1. Justificación económica

La justificación económica de esta investigación se basa en los ahorros económicos generados a los que nos llevó el diseño de los planes de acción para cada predio, al reducir el consumo de energía, la empresa pudo ver una disminución en las facturas de servicios, lo que directamente contribuyo a un aumento en la rentabilidad.

1.4.2. Justificación práctica

Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, proponen estrategias que contribuyen a la solución de dicho problema planteado. (Bernal, 2010, p. 106)

La justificación practica implica describir de qué manera los resultados obtenidos en la investigación servirán para cambiar la realidad actual del ámbito de estudio, en este caso la realidad actual es la línea base energética de la empresa de plásticos. De esta manera, un estudio enfocado en diseñar un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética del área de producción de una empresa de plásticos expone soluciones a diferentes problemáticas actuales de la empresa en cuestión, entre ellas propone la modernización de tecnologías implementadas en los procesos productivos, concientización de personal operativo sobre el uso racional de energía y recambio a sistemas de iluminación adecuados según espacio de trabajo.

1.4.3. Justificación medio ambiental

En la actualidad el consumo irracional de energía eléctrica en la industria es una forma de contaminación ambiental que ha desarrollado un mayor crecimiento en los últimos años, por lo que la búsqueda de maneras de mejorar la eficiencia energética de las empresas debería ser una preocupación latente en los diferentes sectores del país.

El diseño de un plan de gestión energético busca el uso racional de los recursos y, por lo tanto, la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero generando un impacto positivo en el medio ambiente y la responsabilidad social de la organización.

1.4.4. Justificación tecnológica

Espinoza menciona que “Se justifica tecnológicamente una investigación cuando se satisface las necesidades sociales. Que pueden ser:

- Soluciones que permiten mejorar el nivel de vida.
- Soluciones que mejoran la ecología.
- Soluciones que permiten mejorar el sistema productivo”. (Espinoza Montes, 2014, p. 71)

En la industria de producción de plásticos, el consumo de energía eléctrica es uno de los principales costos operativos. La justificación tecnológica se da por la necesidad crítica de optimizar el uso de la energía eléctrica para reducir costos y mejorar la eficiencia energética del área de producción a través del diseño de un plan de gestión.

1.4.5. Justificación teórica

En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente.

Cuando en una investigación se busca mostrar las soluciones de un modelo, está haciéndose una justificación teórica (BERNAL, 2010)

El diseño del plan de gestión energético se desarrolla en las bases teóricas de la potencia eléctrico y consumo de energía eléctrica de los equipos eléctricos monofásico y trifásicos de la planta de plásticos.

1.5. Delimitaciones de la investigación

1.5.1. Delimitación teórica

Se limitará el enfoque teórico a los conceptos relacionados directamente a la eficiencia energética y medidas de ahorro de energía para el sistema eléctrico, excluyendo análisis detallados con respecto a la disminución de gases de efecto invernadero o reducción de consumos de vapor y/o agua.

1.5.2. Delimitación temporal

La investigación centró la recolección de datos en el período de noviembre 2022 hasta octubre del presente año, excluyendo cualquier análisis de años anteriores debido a que estos consumos energéticos fueron atípicos, esta anomalía tuvo como origen la pandemia por el COVID-19 donde la producción tuvo una disminución considerable, por consiguiente, el personal operativo y administrativo también sufrió una reducción.

1.5.3. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo únicamente en las instalaciones de los predios 440 y 427 de la empresa de plásticos, excluyendo otras ubicaciones, predios y sedes del grupo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Valdez (2020) en su investigación titulada *"Implementación de un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001:2018 con la intención de establecer la relación desempeño-beneficio de la planta industrial de empaques plásticos RAVI CARIBE INC, en el año 2020"* tuvo como objetivo implementar un sistema de gestión de desempeño energético basado en la norma ISO 50001:2018. El estudio incluyó una evaluación detallada del consumo eléctrico actual en el área de producción, la identificación de fuentes de ineficiencia energética y la implementación de medidas de eficiencia energética específicas.

Los principales resultados mostraron que la planta tiene una oportunidad de ahorro del 25% del consumo energético que traducido en ahorro económico equivale a 7,000.00 dólares mensuales. Esto lo determina a través de la ecuación de línea base y línea proyectada. Se concluyó con la importancia de llevar a cabo una evaluación exhaustiva del consumo energético y la implementación de medidas de eficiencia energética específicas. Además, muestra cómo un enfoque proactivo en la gestión energética puede generar beneficios económicos y medioambientales significativos.

- Ardila (2018) en su investigación titulada *"Elaboración del plan de gestión energética mediante la NTC ISO50001 para la empresa Rambal S.A.S."* tiene por objetivo disminuir y mejorar el consumo eléctrico, sin afectar la calidad de los productos.

Rambal, en la búsqueda de demostrar su interés en la innovación y seguir siendo una de las empresas más competitivas del sector plásticos, optó por ser parte del Programa de Formación de Especialistas en SGE promovido por la ONUDI, que tiene por finalidad

contribuir al cambio climático, implementar la eficiencia energética y mejorar la calidad de los productos,

El desarrollo del Sistema de Gestión Energética consta de varias etapas, las cuales son: planear, hacer, verificar y actuar. En la etapa PLANEAR se realiza el estudio inicial de la empresa para establecer los objetivos y planes de mejora. En la segunda etapa HACER se pone en ejecución los planes de acción que se ejecutan en las fechas estipuladas, que debe contar con el apoyo de las áreas involucradas para realizar el plan de comunicación, capacitaciones, sensibilización y motivación al personal. La etapa VERIFICAR se realiza seguimiento al desempeño energético con instrumentos de medición que se encuentren calibrados para obtener datos certeros. En la última etapa ACTUAR se determina si la planeación inicial cumple con las metas establecidas, en hallarse desviaciones se toman acciones correctivas. Las conclusiones que se logró en esta tesis, fue que el SGE tuvo un alcance solo para el área de producción, al realizar la renovación de inyectoras Arburg Electric lograron disminuir un 40% del consumo de energía eléctrica mantenimiento la misma cantidad de producción, se logró crear una línea base energética donde por establecer buenas prácticas de manufactura se logró disminuir 5.448 kWh/mes que corresponde a un ahorro de \$. 1,748.808 dólares.

La presente investigación se relaciona con la nuestra ya que tiene por objetivo principal desarrollar un plan de gestión energética que, en su fase inicial de planificación se centra en conocer la realidad de la empresa y cuáles son sus consumos significativos para proponer los planes de acción, con el fin de promover la eficiencia energética y minimizar el impacto ambiental asociado a la generación de energía.

- Jovanovic (2016) en su artículo *“ISO 50001 standard-based energy management maturity model – proposal and validation in industry.”* el artículo comienza destacando la importancia de la gestión de la energía en las organizaciones industriales y su papel en la eficiencia energética y la reducción de costos. Se señala que, además de los

costos de energía, la ineficiencia energética también genera costos ambientales significativos. El artículo se centra en las respuestas organizacionales a los problemas energéticos y cómo los modelos de gestión de la energía desempeñan un papel crucial en la mejora de la eficiencia energética. Se menciona que, aunque las normas de gestión de la energía, como la norma ISO 50001, representan buenas prácticas, no necesariamente conducen a los mejores resultados en términos de rendimiento energético.

El artículo propone un nuevo modelo de madurez de gestión de la energía basado en la norma ISO 50001, que vincula los procesos de ISO 50001 y los criterios del Modelo de Madurez de Capacidad e Integración (CMMI). Este modelo se utiliza para evaluar la madurez de la gestión de la energía en las organizaciones. Se señala que este modelo incorpora una base de conocimiento que se basa en los procesos de ISO 50001, el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA) y los criterios del CMMI. Esta base de conocimiento ayuda en la comprensión y la implementación de un sistema de gestión de la energía, al mostrar la relación entre ISO 50001, el ciclo PDCA y los criterios del CMMI.

El artículo presenta los resultados de la aplicación del modelo en organizaciones certificadas y no certificadas según ISO 50001. Se observa que las organizaciones no certificadas en ISO 50001 a menudo alcanzan niveles de madurez energética más altos. En última instancia, el artículo concluye que el modelo de madurez de gestión de la energía propuesto puede ser utilizado en diversas industrias y países como una herramienta de referencia para estudios de benchmarking.

- Sabalza (2018) en su tesis titulada *“Elaboración del plan de gestión energética para el FRIGORÍFICO RIO FRIO S.A.S. empresa dedicada al beneficio, conservación, industrialización y comercialización de ganado bovino y bufalino basada en la NTC-ISO 50001”*, tiene por objetivo desarrollar la propuesta de implementación del plan de

sistema de gestión de la energía para mejorar el desempeño energético de la empresa FRIGORIFICO RIO FRIO Colombia S.A.S. La presente investigación enuncia los pasos para implementar un sistema de gestión de la energía con un enfoque en el Ciclo Deming o PHVA, con la finalidad de utilizar de la mejor manera los recursos con los que cuenta la planta de RIO FRIO S.A.S. La estructura de la norma indica los pasos seguir la implementación del Sistema de Gestión Energética, primero se debe entender el comportamiento energético de la empresa para establecer controles para mejorar el rendimiento energético, como segundo punto se debe implementar planes de acción orientados a mejorar el desempeño energético, tercero se debe verificar a través del monitoreo de los procedimientos, finalmente se toma acción para mejorar continuamente.

La línea base de RIO FRIO S.A.S. se tomó por un periodo de 25 meses que comprende el consumo de energía eléctrica y GLP que representan el 63% y 37%, respectivamente. A través del diagnóstico energético se identificó los planes de acción, uno de ellos es el uso de GLP en el área de Limpieza y Desinfección, cambio de patrón de L&D de todos los días de la semana por 4 horas a un solo día, reduciendo un 12% el consumo de energía mensual. Se retiró un compresor Tornillo Vilter 250HP que si bien aumento 12 horas el tiempo de refrigeración, disminuyó el consumo de electricidad en un 17% mensual.

Se realizó la documentación, formatos para el manual de SGE, donde se demuestra las etapas desarrolladas en el proceso de planificación.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada ya que da las pautas de cómo desarrollar un plan de gestión energética, dividido en 4 etapas.

- Caicedo (2016) en su tesis titulado "*Modelo de estudio y análisis de la eficiencia energética para el sector industrial en Colombia, aplicado a un caso de estudio en una empresa del sector del plástico*" presenta los resultados derivados de la implementación de una guía diseñada

para aplicar el MEAEEI (Modelo de Estudio y Análisis de la Eficiencia Energética para la Industria) en el contexto de un estudio de caso en una empresa industrial especializada en la producción de envases plásticos mediante los procesos de extrusión por inyección y extrusión por soplado.

La guía se centra en una serie de criterios especializados destinados a promover la adopción de prácticas de eficiencia energética en la industria, lo que lo convierte en una valiosa fuente de información para los profesionales de este sector.

Esta información es esencial para identificar y llevar a cabo una serie de acciones que contribuyan a mejorar tanto los equipos como los procesos, generando eficiencia tanto en la producción como en el consumo de energía. Sin la orientación proporcionada por estas guías, alcanzar estos resultados sería un proceso complicado y requeriría una inversión considerable de tiempo y recursos.

El enfoque de la investigación se basa en recopilar datos relacionados con los cuatro ejes principales del MEAEEI, que son las instalaciones eléctricas, la calidad energética, los equipos, los procesos, los hábitos y las prácticas. Esto permite desarrollar acciones específicas dirigidas a cada uno de estos aspectos, lo que se traduce en un patrón de consumo energético que se refleja en indicadores específicos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- Poves (2023) en su tesis titulada “Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación y su influencia en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna - Concepción”, cuyo objetivo principal fue de determinar la influencia de la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción. En este estudio se aplicó un diseño no experimental del tipo transversal, debido a que la recolección de datos se dio en un solo momento, para luego analizarlo y contrastarlo con el desarrollo de la investigación y

las hipótesis planteadas, asimismo concluye que se logró que el 100 % de áreas laborales cumplan con la normativa de iluminación vigente, además de ello se estima una reducción de consumo y costo energético mensual del 27,57 %.

Esta tesis se relaciona estrechamente con la investigación planteada, ya que, brinda las pautas necesarias y fundamentales acerca de cómo realizar el análisis de costo energético mensual del sistema eléctrico de iluminación. Esta información hace que podamos tener una mirada más objetiva con respecto a la realidad de las empresas, asimismo las dificultades que se pueden suscitar en el proceso de implementación de medidas de ahorro energético lumínico.

- Cabrera (2016) en su tesis titulada “Propuesta de ahorro de energía para optimizar el consumo eléctrico en iluminación y aire acondicionado, Hospital Naylamp I, Chiclayo 2016”, cuyo objetivo principal fue elaborar una propuesta de ahorro de energía para optimizar el consumo eléctrico en los equipos de iluminación y aire acondicionado del Hospital Naylamp I. En este estudio se aplicó un diseño no experimental, que consistió en la plena observación de las variables existentes en la problemática de ahorro de energía eléctrica, además es propositivo. Por otro lado, se realizó una propuesta de sistemas de ahorro de energía eléctrica, así como recolección de datos, entrevistas, catálogos y fichas técnicas. Concluyendo que mediante la aplicación de dicha propuesta se llegará a ahorrar de manera significativa hasta el 30% de energía, el cual puede ser dirigido hacia otras áreas de uso.

Esta tesis aporta en gran medida a la investigación, pues teniendo en cuenta que basamos la implementación de las medidas recomendadas dependiendo del consumo energético que tiene cada área, brinda pautas de guía en el análisis del consumo energético por la iluminación, esclareciendo así este proceso y causando un buen impacto en nuestra visión por sobre las aplicaciones de este análisis.

- Castillo (2018) en su tesis titulada “Aplicación de un plan de gestión energética para reducir el consumo de energía eléctrica, área de extrusión – Nicoll Perú S.A, 2018”, cuyo objetivo principal es determinar en qué medida la aplicación de un plan de gestión energética reduce el consumo de energía eléctrica, área de extrusión. La población de estudio comprendió las extrusoras y los equipos relacionados con el proceso. Para llevar a cabo una investigación de diseño cuasi experimental, se utilizó una muestra que fue igual a la población en estudio. Se emplearon herramientas que se basaron en hojas de recolección de datos, haciendo uso de la observación como habilidad principal. La validez de estos instrumentos se estableció mediante la revisión y aprobación de expertos técnicos en el campo. Para procesar los datos recopilados, se utilizó el software SPSS. Al concluir la investigación, se llegó a la conclusión de que la implementación de un plan de gestión energética contribuyó a una reducción del consumo de energía eléctrica en un 14% en la mega planta de fabricación ubicada en Lurín.
- Valverde (2017) en su tesis titulada “Plan de gestión energética en el sistema de vapor saturado en curtiembre cuenca, basado en auditoria térmica y normas peruanas, para aumentar eficiencia y reducir costos de generación de vapor”
La población de estudio comprendió los sistemas térmicos de vapor saturado de las curtiembres ubicadas en el parque industrial de la Esperanza Trujillo. Para llevar a cabo una investigación de diseño preexperimental, se utilizó una muestra que fue igual a la población en estudio.
Se emplearon técnicas e instrumentos de recolección de datos que se basaron en la observación, entrevista y análisis térmico y energético. La validez de los instrumentos (manómetro, flujómetro, termómetros) se estableció mediante la revisión y aprobación de expertos técnicos en el campo.
En cuanto a los resultados, se identificaron considerables pérdidas en

el sistema de vapor saturado de la empresa CUENCA SAC, lo cual afectaba negativamente el rendimiento de la caldera, el cual se situaba en un 76%. La implementación del plan de gestión energética permitirá realizar un análisis más detallado del sistema de generación y distribución de vapor. Este análisis no solo posibilitará la evaluación de las pérdidas, sino que también proporcionará recomendaciones específicas para abordar cada una de ellas. A través de las mejoras propuestas y al recalcularse el rendimiento de la caldera, se observa que esta mejora hasta alcanzar un rendimiento del 80.5%.

- Nuevo (2021) en su tesis titulada “Eficiencia energética aplicada a cadenas transportadoras de botellas PET del sistema de embotellado planta local – Arequipa”, cuyo objetivo fue definir la eficiencia energética aplicada a cadenas transportadoras de botellas Pet del sistema de embotellado Planta local – Arequipa, empleando accionamientos modernos. El presente estudio aplicó un diseño experimental en el cual se realizó una investigación cuantitativa.

La investigación propone la instalación de los nuevos equipos y su programación. Se desarrolló la arquitectura y lógicas de programación. Se simuló la nueva propuesta tomando los datos de placa de los equipos a instalar y estimando el nuevo consumo energético.

Al realizar el diagnóstico energético, se tomaron lecturas mensuales por 2 años, a todos los equipos de la línea 3, se determinó que el proceso de envasado equivale a un 30% de consumo de toda la Planta.

Se realizó el cálculo del beneficio económico vinculado, esencialmente, con el ahorro en el consumo de energía eléctrica en el proceso productivo de la planta. El mismo se ha calculado teniendo en cuenta el ahorro de energía proyectado representando un ahorro de S/ 217,479 anual, con un costo de implementación de S/ 163,021; realizándose el cálculo de retorno simple Permitiendo conocer que se estima un retorno de la inversión para el presente proyecto en 9 meses.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. La Norma ISO 50001

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.

Esta Norma Internacional especifica los requisitos aplicables al uso y consumo de la energía, incluyendo la medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético.

Así como se aplica a todas las variables que afectan al desempeño energético que puedan ser controladas por la organización y sobre las que pueda tener influencia. Esta Norma Internacional no establece criterios específicos de desempeño con respecto a la energía y ha sido diseñada para utilizarse de forma independiente, pero puede ser alineada o integrada con otros sistemas de gestión.

Esta norma internacional es aplicable a toda organización que desee asegurar que cumple con su política energética declarada y que quiera demostrar este cumplimiento a otros. Esta conformidad puede confirmarse mediante una autoevaluación y autodeclaración de conformidad o mediante la certificación del sistema de gestión de la energía por parte de una organización externa. (ISO, 2018)

2.2.2. Ciclo de Deming

El ciclo Plan, Do, Check, and Act (PDCA), ciclo Deming (Deming, 1982) provee un medio para la implementación sistemática de un sistema de garantía de calidad, a partir de un sistema de planificación inicial. Es la

planificación inicial la que sienta las bases para las acciones posteriores, siempre orientadas a verificar la adecuación, idoneidad y promover la mejora continua en diferentes instituciones y ámbitos, por ejemplo, la educación superior. (Asif y Raouf, 2013).

Este modelo tiene su origen en los cambios generados en el mundo después de la segunda guerra mundial. Originalmente, en la génesis del movimiento por la calidad, dominaban los enfoques estadísticos, donde destacan los aportes Walter A. Shewhart (1931) que trabajaba en los laboratorios Bell. Dicho investigador, utilizaba el control estadístico de procesos (SPC) para estudiar la variación en el rendimiento de los sistemas. A dicho trabajo, se sumó W. Edwards Deming, un estudiante de Shewhart que ayudó a los ingenieros durante la Segunda Guerra Mundial a producir balas. Al finalizar la guerra, Deming se centró en su teoría de la gestión basada en principios de calidad, convirtiéndose en un pionero tanto en Japón como en Estados Unidos, y la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE) estableció el Premio Deming en 1951. Algunos otros autores que han enriquecido esta aproximación conceptual son Joseph Juran, Philip B. Crosby, Kauru Ishikawa y Genichi Taguchi (Mishra, 2007).

El ciclo Deming provee un marco útil para implementar y evaluar proyectos de calidad y se ha utilizado ampliamente en diversas organizaciones para la mejora de procesos: desde la industria productiva, hasta servicios como la salud y la educación (Chen, 2012). Como se ha señalado, en su versión tradicional, es un ciclo que consta de cuatro etapas principales: Plan, Do, Check, Act. En síntesis, el modelo plantea que las mejoras de calidad solo serán continuas y efectivas si las mejoras comienzan con un buen plan (P). En el caso de una IES, podría típicamente ser el Plan Estratégico Institucional (PEI) (Barra Salazar, 2015; Barra Salazar y Gómez Fuentealba, 2014). Después de una buena planificación, se deben realizar las actividades necesarias para lograr el plan (D, de Do en inglés): la ejecución. Por ejemplo, si en el PEI estaba

consignado mejorar el rendimiento académico de los y las estudiantes de primer año, provenientes de establecimientos educacionales vulnerables, una acción podría ser la realización de actividades de nivelación en ciertas áreas antes del comienzo del año académico.

Una vez realizadas las diversas actividades y acciones que conforman la etapa D, viene la etapa de verificación, donde los resultados deben comprobarse (C, de Check en inglés), haciendo un esfuerzo activo por comprender las causas de los resultados y aprender de dichos resultados. Siguiendo con el mismo ejemplo, se debería verificar si el rendimiento de la población objetivo subió gracias a las acciones remediales (Chen, 2012; Kleijnen, Dolmans, Willems, y van Hout, 2011).

En la medida que siempre es posible seguir avanzando en la mejora continua, el chequeo típicamente arrojará que hay aspectos que todavía pueden ser mejorados. Por ejemplo, si las actividades remediales eran en álgebra y química, podría ocurrir que, si bien la mejora en el rendimiento se obtuvo en ambas áreas, las diferencias fueron estadísticamente significativas sólo en química, a favor de los y las estudiantes que asistieron a la nivelación. Esta es la razón por la cual autores como Sokovic, Pavletic, y Pipan (2010) plantean que el aspecto más importante del PDCA descansa en la etapa final de actuar (A), después de la completación de un proyecto, momento en que el ciclo comienza de nuevo para la mejora continua y se corrigen errores de la implementación previa (Sokovic et al., 2010).

2.2.3. Energía eléctrica

Es la transferencia de energía hacia los dispositivos eléctricos en un determinado tiempo. Se expresa de la siguiente manera para corriente directa:

$$E = P_{dc} \times t \text{ (vatios - hora)} \quad (2.1)$$

Para corriente alterna la energía consumida es:

$$E = P_{ef} \times t \text{ (vatios - hora)} \quad (2.2)$$

(Vásquez Córtes, 2017, p. 45)

2.2.4. Potencia eléctrica

Al aplicar una diferencia de tensión o fuente de voltaje a un circuito, se produce una transferencia de energía a través de la corriente eléctrica que va desde el suministro de energía a la carga y que es transformada en otra forma de energía (movimiento mecánico, termodinámico, etc.) (Vásquez Córtes, 2017, p. 43).

La potencia eléctrica se define como la cantidad de energía que necesita un equipo eléctrico en un tiempo determinado para su funcionamiento. Se expresa de la siguiente manera:

en función de la Potencia $P = \frac{dW}{dt}$ (2.3)

en función del voltaje y corriente $P = \frac{dW}{dq} \times \frac{dq}{dt}$ (2.4)

Se expresa la Ley de Watt:

$$P = V \times I \quad (2.5)$$

- **Potencia en corriente continua**

En corriente continua la potencia entregada por un elemento activo o transformada por un elemento pasivo se calcula simplemente por la ecuación:

$$P = V_{dc} \times I_{dc} \text{ (vatios o watts)} \quad (2.6)$$

- **Potencia en corriente alterna**

En circuitos con corriente alterna tipo sinusoidal, se mide los valores eficaces de las variables voltaje y corriente. Debido a lo anterior la potencia en los elementos de circuito se calculan con base en estos parámetros.

En términos generales la potencia efectiva en corriente alterna se obtiene para sistemas monofásicos por medio de la ecuación:

$$P_{ef} = V_{ef} \times I_{ef} \times \cos \varphi \text{ (vatios)} \quad (2.7)$$

Y para sistemas trifásicos por medio de la ecuación:

$$P_{ef} = \sqrt{3} \times V_{ef} \times I_{ef} \times \cos \varphi \quad (\text{vatios}) \quad (2.8)$$

En las anteriores ecuaciones, φ es el ángulo de fase entre las senoides de voltaje y corriente. El término $\cos \varphi$ se llama *factor de potencia* del circuito e indica la fracción de la potencia total ($V \times I$) que está consumiendo un determinado elemento del circuito. (Vásquez Córtes, 2017 p. 44)

2.2.5. Conceptos generales de iluminación

Enrique Belenguer Balaguer indica que la luz es una forma de energía que, en teoría, debería medirse en Joules (J) según el Sistema Internacional de Unidades. Sin embargo, debido a que no toda la luz emitida por una fuente produce una sensación luminosa perceptible por el ojo humano, ni toda la energía consumida se convierte en luz visible, es necesario definir nuevas magnitudes y unidades de medida para cuantificar la radiación lumínica.

En el campo de la Luminotecnia, se han establecido magnitudes fundamentales que nos permiten caracterizar y medir la luz de manera más precisa. Estas magnitudes son las siguientes:

- **Flujo luminoso (lm):** Es la cantidad de luz emitida por una fuente en todas las direcciones. Se mide en lúmenes (lm) y nos indica la potencia de la radiación luminosa visible emitida por una fuente de luz ponderada con la sensibilidad espectral del ojo.
- **Intensidad luminosa (cd):** Es la cantidad de luz emitida en una dirección específica. Se mide en candelas (cd) y nos permite conocer la concentración de luz en un punto determinado.
- **Iluminancia (lx):** Es la cantidad de luz que incide sobre una superficie. Se mide en lux (lx) y nos indica la cantidad de luz por unidad de área.
- **Luminancia (cd/m²):** Es la cantidad de luz reflejada o emitida por una superficie. Se mide en candelas por metro cuadrado (cd/m²) y nos proporciona información sobre la apariencia luminosa de un objeto.

Estas magnitudes y unidades de medida son esenciales en el campo de la iluminación para caracterizar y evaluar la calidad y cantidad de luz en diferentes aplicaciones, como el diseño de iluminación arquitectónica, la eficiencia energética y la ergonomía visual.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Ahorro de energía

El ahorro energético se refiere a la reducción de la intensidad energética a través de cambios en las actividades que requieren el uso de energía. Además, sostiene que se pueden lograr ahorros de energía mediante la adopción de técnicas, cambios organizativos, institucionales y estructurales, así como modificando el comportamiento relacionado con el consumo energético.

2.3.2. Sistemas de energía eléctrica

“Los sistemas de energía eléctrica se estructuran en las partes o niveles de generación, transporte y distribución. La interconexión de esos niveles se realiza en las subestaciones y centros de transformación donde, además, se localizan los dispositivos de maniobra y protección del sistema.” (Barrero, 2004)

2.3.3. Eficiencia energética

“La eficiencia energética (EE) se define como el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso. El concepto de EE ha tomado auge ya que se ve como una solución a dos temas críticos de la agenda del sector industrial actual: el consumo energético y la generación de gases de efecto invernadero.” (Sanchez & Fuquen, 2014)

2.3.4. Revisión y análisis energético

“Una revisión energética es un análisis documentado de la eficiencia

energética, uso de energía y consumo de energía basado en datos y otra información, que conduce a la identificación de usos significativos de la energía y oportunidades para mejorar el rendimiento energético. Sus métodos y criterios deben documentarse. La revisión energética ayudará a establecer indicadores de rendimiento energético (EnPI), líneas de base de energía y objetivos y metas para mejorar.” (Fletcher, 2018)

El análisis energético consta del estudio minucioso de los patrones de consumo energético de una empresa. Esto debe incluir la identificación de picos en la demanda, la evaluación de patrones de uso por hora del día, comportamientos energéticos del usuario y el análisis de la carga eléctrica horaria. Las herramientas como los diagramas de carga y los perfiles de carga ayudan a visualizar y analizar los patrones de consumo, mientras que la identificación de tendencias de uso y la determinación de áreas con alto consumo o ineficiencias nos ayudan a enlistar recomendaciones de mejora de perfil energético.

2.3.5. Potencias en el sector industrial

• Potencia activa (P)

Es la potencia que se aprovecha para ser transformada en diferentes tipos de energía (térmica, mecánica, lumínica, etc.), su unidad es el Watt (W)

$$P = (V) \times (I) \times (\cos \varphi) \quad (2.9)$$

• Potencia reactiva (Q)

Es la potencia que se utiliza para la generación de campos eléctricos y magnéticos, mas no para generar trabajo eléctrico útil, su unidad es Volt-Ampere reactivo (VAr).

$$P = (V) \times (I) \times (\sin \varphi) \quad (2.10)$$

• Potencia aparente (S)

Es el vector resultante del triángulo de potencias, su unidad es Volt-

Ampere (VA).

$$S = (V) \times (I) = \sqrt{P^2 + Q^2} < \tan^{-1} \left(\frac{Q}{P} \right) \quad (2.11)$$

(Flores Lopez, y otros, 2015)

2.3.6. Energía reactiva

La energía reactiva se mide en la unidad de kilovoltio-amperios reactivos (kVAR), esta se origina en la búsqueda de hacer funcionar artefactos consumidores de energía mediante la transformación de energía eléctrica, debido a esto es muy común encontrarla en las empresas industriales.

La energía reactiva es a menudo referida como "energía fantasma" se llama de esta manera debido a que, a pesar de fluir a través de la red eléctrica, no logra abastecer ningún beneficio práctico o utilidad ya que no se puede aprovechar.

a) Penalizaciones

De acuerdo con lo indicado en la Norma Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final, en el Perú se establecen las siguientes penalidades en las opciones tarifarias MT2, MT3, MT4, BT2, BT3 y BT4.

Figura 2.1. Penalidades por energía reactiva para Perú

Caso	Penalidad
Consumo de energía reactiva inductiva que exceda el 30% de la energía activa total mensual	La facturación del exceso de la energía reactiva inductiva es igual al producto de dicho exceso por el costo unitario (expresado en S./kVAR.h)
Inyección de energía reactiva capacitiva. No está permitida la inyección de energía reactiva capacitiva a la red	La empresa de distribución eléctrica podrá facturar el total del volumen de la energía reactiva capacitiva registrada por el doble de la misma tarifa definida para el costo unitario de la energía reactiva inductiva

Fuente: <https://solux.pe/implicancia-de-la-energia-reactiva-en-las-instalaciones/>

La mejor opción para eliminar la penalización por energía reactiva (primer caso de la Figura 1) es instalando baterías de condensadores, ya que estos equipos reducen la demanda de energía reactiva.

Figura 2.2 Ahorro energético con banco de condensadores



Fuente: <https://solux.pe/implicancia-de-la-energia-reactiva-en-las-instalaciones/>

b) Desventajas de la energía reactiva:

- Incremento en la factura eléctrica por costes adicionales.
- Pérdidas de potencia eléctrica.
- Caídas de tensión que ocasionan funcionamientos anómalos en los equipos industriales.

c) Compensación de energía reactiva

La compensación de energía reactiva implica la reducción o eliminación de la demanda de energía reactiva en un sistema eléctrico. Este proceso se logra instalando condensadores o filtros armónicos, lo que aumenta la proporción de potencia activa útil en relación con la potencia total. El objetivo ideal es alcanzar un factor de potencia igual a uno, donde toda la potencia suministrada a la instalación se convierte en potencia útil.

El beneficio más obvio es el ahorro de costes, ya que al tomar usted medidas para reducir su demanda eléctrica, conseguirá una reducción de su factura eléctrica.

d) Ventajas de compensar la energía reactiva:

- Su instalación consigue un aumento de la capacidad eléctrica.
- Mejora en el voltaje de la instalación: con la compensación de energía reactiva circula menos corriente por los cables, por lo que éstos tienen

menos caída de tensión, y esta mejora al llegar a los equipos.

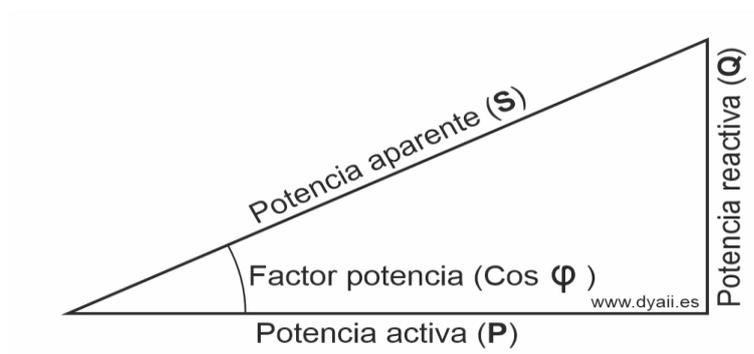
- Las pérdidas de energía disminuyen, esto genera una reducción en el consumo y facturación eléctrica.
- Disminución de las pérdidas en conductores.
- Mayor disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones.

2.3.7. Factor de potencia

El factor de potencia es una medida de la eficiencia o rendimiento de nuestro sistema eléctrico. Este indicador mide el aprovechamiento de la energía eléctrica y se calcula como la relación entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA).

Según la secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable Argentina (2020) Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, e indica el aprovechamiento efectivo que hace la instalación del suministro eléctrico disponible. En otras palabras, da una idea de si el aprovechamiento de la energía es el correcto o no. Para el gráfico considere a potencia activa (P); potencia reactiva (Q); potencia aparente (S).

Figura 2.3. Triangulo de potencias



Fuente: Recuperado de Triángulo de Potencias, s.d., <https://dyaii.es/triangulo-de-potencias/>, 2023

El mínimo valor aceptable depende de la distribuidora a la que se contrata el servicio y se encuentra entre 0,85 y 0,95.

2.3.8. Sistema de iluminación

Un sistema de iluminación se refiere a un conjunto de dispositivos, componentes y tecnologías diseñados para proporcionar iluminación artificial en un espacio determinado. Este sistema incluye lámparas, luminarias, cableado, controles y cualquier otro elemento necesario para la generación, distribución y control de la luz en un ambiente específico. El objetivo principal de un sistema de iluminación es brindar iluminación adecuada y eficiente para satisfacer las necesidades de visibilidad, seguridad y confort en el entorno en el que se instala.

La medida del nivel de iluminación real se realiza mediante el uso del Luxómetro. Los luxómetros disponen de una célula fotoeléctrica que, al incidir la luz sobre su superficie, generan impulsos débiles de corriente (mA) que se ve amplificada en función de la luz incidente. La corriente se mide con un miliamperímetro, de forma analógica o digital, calibrado directamente en lux. Para medir la iluminancia de una superficie se debe situar el luxómetro perpendicularmente a la fuente luminosa. (Espinosa, 2016)

2.3.9. La iluminación en el sector industrial

Según Ledvance (2020) La iluminación en el sector industrial se refiere al sistema de iluminación utilizado en los entornos de trabajo industriales, como fábricas, almacenes y plantas de producción.

La iluminación adecuada en el sector industrial es importante por varias razones:

- **Seguridad:** Una iluminación adecuada ayuda a prevenir accidentes y lesiones en el lugar de trabajo al proporcionar una visibilidad clara de las áreas de trabajo, maquinaria y obstáculos.

- **Productividad:** Una iluminación adecuada mejora la productividad al permitir a los trabajadores realizar tareas de manera eficiente y precisa.
- **Salud y bienestar:** Una iluminación adecuada en el entorno de trabajo contribuye al bienestar de los trabajadores al reducir la fatiga visual, el estrés y la tensión ocular.

En el sector industrial, se utilizan diferentes tipos de luminarias y sistemas de iluminación, como:

- **Lámparas fluorescentes:** Son ampliamente utilizadas debido a su eficiencia energética y larga vida útil.
- **Lámparas LED:** Estas lámparas están ganando popularidad debido a su eficiencia energética, durabilidad y capacidad de control.
- **Iluminación natural:** En algunos casos, se aprovecha la luz natural a través de ventanas, tragaluces o claraboyas para reducir la dependencia de la iluminación artificial.

2.3.10. Iluminación por diodo emisor de luz LED

Se considera que la iluminación LED en aplicaciones industriales supondría un gran ahorro energético, por la potencia, superficie a iluminar y horas de uso. Por este motivo, el número de empresas que en la actualidad están sustituyendo los sistemas de iluminación tradicional por este tipo de tecnología es cada vez mayor. Hasta la aparición del LED la iluminación industrial había utilizado principalmente lámparas de halogenuros metálicos y fluorescencia. La importancia de introducir la iluminación LED en el sector industrial viene determinada por la necesidad de optimizar los costes de operación con el objeto de aumentar su competitividad. Según la Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables de los Estados Unidos, el cambio a tecnología LED en iluminación podría suponer en las próximas dos décadas, un ahorro de \$250 billones en costes de energía y reduciría el consumo eléctrico en iluminación en torno al 50%, evitando la emisión de 1800 millones de

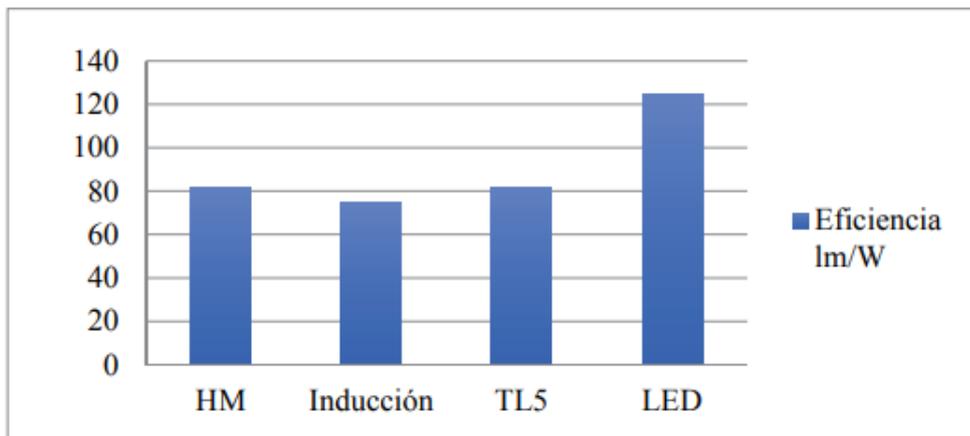
toneladas métricas de emisiones de dióxido de carbono (Serrano Ana, 2015).

Las luminarias LED representan una gran oportunidad de ahorro para el sector industrial, debido a la cantidad de luminarias y horas de uso que estas representan en las plantas de producción. Realizar el cambio de luminarias a las de tipo LED permitirían un ahorro hasta del 50% del consumo eléctrico, permitiendo la disminución de la facturación al mes.

El método de evaluación de la iluminación LED respecto a los sistemas tradicionales consiste en la comparación de parámetros técnicos relevantes como:

- a) La eficiencia
- b) La luminosidad
- c) La vida útil de la luminaria
- d) La dependencia con la temperatura.

Figura 2.4. Comparación de eficiencia (lm/W) de tecnologías disponibles



Fuente: REDALYC - Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso; <https://www.redalyc.org/pdf/496/49639089029.pdf>

Nota: Esta tabla muestra la eficiencia de los diferentes modelos de luminarias, siendo la LED la de mayor eficiencia.

Del análisis de ahorro energético en iluminación LED, se evidencia que, de los diferentes tipos de luminarias como los halógenos, de inducción, fluorescentes de tubos y LED, la luminaria LED tiene una mayor eficiencia respecto a los demás. Esto significa que, el uso de estas luminarias me

va a generar mayor Lumen por la misma cantidad de energía (Watts) que consuman los otros modelos.

2.3.11. DIALUX – Software de análisis para iluminarias

Para un correcto análisis de sistema de luminarias, actualmente se puede simular con consumos y lumen a través de diversos softwares que nos permite simular la instalación.

DIALUX, es un software gratuito para uso educativo y comercial. Permite diseñar, calcular y visualizar la iluminación de interiores y exteriores. Este software permite de una manera fácil e intuitiva simular diferentes instalaciones como edificios, habitaciones individuales, o carreteras. El programa tiene una base datos de luminarias reales proporcionas por las marcas como PHILIPS, GE LIGHTING, LITHONIA, SYLVANIA, etc.

2.3.12. Tarifas eléctricas nacionales

A nivel nacional se tiene la Ley de Concesiones eléctricas publicado en el D.S. N°009-93 -EM. Ésta establece un marco regulatorio de las tarifas eléctricas. Las actividades que están sujetas a regulación de precios son en las etapas de generación, transmisión, distribución y comercialización.

Las opciones tarifarias en media tensión son las siguientes:

1. Opciones Tarifarias MT2:

La tarifa refiere que la información que tendrá en su recibo de consumo, son las potencias activas en HP y FP y las energías activas en HP y FP. La instalación eléctrica del cliente debe reunir las condiciones apropiadas para esta tarifa.

2. Opciones Tarifarias MT3:

Respecto a la opción tarifa, detalla la medición de 2 energías activas (Punta y Fuera de punta), 1 potencia activa (Máxima del mes) y la energía reactiva.

3. Opciones Tarifarias MT4:

Esta tarifa comprende la medición de una energía activa y una potencia activa, con modalidad de facturación de potencia activa variable.

Tabla 2.1 Cargos de facturación por tarifa eléctrica de MT

Cargos de facturación	MT2	MT3	MT4
Cargo fijo mensual	x	x	x
Cargo por energía activa total			x
Cargo por energía activa HP	x	x	
Cargo por energía activa FP	x	x	
Cargo por potencia activa de generación (máxima del mes)		x	x
Cargo por potencia activa de generación HP	x		
Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución (Potencia activa variable)		x	x
Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución HP	x		
Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución FP	x		
Cargo por energía reactiva	x	x	x

Toda inversión encaminada a ahorrar energía debe tener un análisis de evaluación económica para determinar la rentabilidad del proyecto. Las oportunidades de mejora deben ser clasificadas de la siguiente manera:

- Cambio o modificación de un proceso.
- Renovación de equipos con mayor eficiencia.
- Mejoras en aislamientos de resistencia eléctrica.
- Rectificación de factor de potencia para reducir pérdidas de energía.

2.3.13. Métodos de la evaluación económica

Las propuestas de mejora para desarrollar un proyecto energético deben representar un ahorro energético que debe reflejarse en el análisis de la evaluación económica, esto nos permite conocer la rentabilidad de las posibles mejoras del proyecto (Hamilton, 2005).

Se inicia con la recopilación de información de las propuestas de mejora, estas deben poder interpretarse o medirse en una unidad de criterio que se pueda medir económicamente.

Según Sandoval Rodriguez (2001, p.12), indica que para la elaboración del cuadro es necesario clasificar las mejoras por grupos, a continuación, se detalla:

- Cambio o elaboración de procedimiento operativo (procesos de la planta)
- Evaluación tecnológica por equipos con mayor rendimiento.
- Mejoras en aislamientos y refractarios.
- Cambio en los sistemas de operación. (mejora del factor de carga).
- Mejoras en servicios auxiliares. (reducción de pérdidas).

Indicadores de evaluación de proyectos

Para la evaluación de proyectos se puede formular diversos indicadores, donde los más importantes son:

- Valor neto actual (VAN)
- Tasa de interés de retorno (TIR)
- Coeficiente beneficio – costo (B/C)

a) El Valor Neto Actual (VNA)

Es un indicador que permite conocer el valor del dinero actual (hoy) que va a recibir el proyecto en el futuro. A una tasa de interés (tasa de actualización o descuento) y un periodo determinado (horizonte de evaluación), a fin de comparar este valor con la inversión inicial. (Hamilton Wilsson, 2005, p.172)

Esto quiere decir que el VAN es una medida financiera que permite evaluar la viabilidad y rentabilidad de una inversión a lo largo del tiempo. El VAN se mide en unidades monetarias.

Se calcula de la siguiente manera:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \quad (2.12)$$

Donde:

- F_t = Flujo de dinero en cada periodo de tiempo.
- I_0 = Inversión inicial
- n = Número de periodos en tiempo.
- K = Descuento o interés exigido en la inversión.

Interpretación de los resultados:

Si $VAN < 0$: Significa que los ingresos son menores que los egresos, en este caso se debe rechazar el proyecto.

Si $VAN = 0$: Significa que los ingresos son igual a los egresos, en este caso el proyecto es indiferente (no genera ganancias ni pérdidas).

Si $VAN > 0$: Significa que los ingresos son mayores a los egresos, en este caso se debe ejecutar el proyecto ya que sí genera ganancias.

b) Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es la más alta tasa de actualización que se puede exigir al proyecto. Cualquier tasa mayor a la tasa interna de retorno genera un VAN negativo y en consecuencia el proyecto arroja pérdidas. En conclusión, mientras más alta sea la TIR el proyecto presenta mayores posibilidades de éxito. (Hamilton Wilsson, 2005, p. 175)

Es otra medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión. Antes de calcular la TIR se debe calcular el VAN. Si la TIR es mayor que la tasa de descuento requerida significa que el proyecto es rentable. Por el contrario, si la TIR es menor a la tasa de descuento requerida, significa que el proyecto no es rentable. La TIR se mide en porcentajes.

Se calcula de la siguiente manera:

$$VAN = 0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} \quad (2.13)$$

Donde:

- F_t = Flujo de dinero en cada periodo de tiempo.
- I_0 = Inversión inicial
- n = Número de periodos en tiempo.

Interpretación de los resultados:

Si $TIR <$ Tasa de actualización: Significa que la rentabilidad del proyecto es inferior al costo de inversión. No se debe ejecutar el proyecto.

Si $TIR =$ Tasa de actualización: Significa que la rentabilidad es igual a cero, El proyecto es indiferente.

Si $TIR >$ 0: Significa que la rentabilidad del proyecto es superior al costo de inversión. Se debe ejecutar el proyecto.

c) Coeficiente Beneficio – costo (B/C)

Es la relación de los beneficios respecto al costo del proyecto, aporta a los inversionistas información sobre decisiones de nuevas inversiones.

Interpretación de los resultados de B/C:

Si $B/C <$ 1: Significa que el costo del proyecto es mayor al beneficio, por lo que generaría más pérdidas. El proyecto no es recomendable.

Si $B/C =$ 1: Significa que el beneficio es igual al costo, por lo que el proyecto no genera ganancias ni pérdidas.

Si $B/C >$ 1: Significa que el costo del proyecto es menor al beneficio, por lo que generaría ganancias. Se recomienda ejecutar el proyecto.

2.3.14. Ley N° 27345

El objeto de la ley 27345: “Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía”, según el (Ministerio de Energía y Minas, 2000) fue: “Declárase

de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos.”

2.3.15. Decreto Supremo N°053-2007 MINEM

Reglamento de la Ley de Promoción del Uso de la Energía del 22-10-2007.

Entre los objetivos principales que se resaltaron en el DS, tenemos:

- Fomentar el desarrollo de una mentalidad que favorezca la utilización eficiente de los recursos energéticos, con el propósito de impulsar el desarrollo sostenible del país, buscando armonizar la preservación del medio ambiente con el progreso económico.
- Estimular la formación de compañías dedicadas a servicios energéticos (EMSES), proporcionando apoyo técnico a entidades tanto públicas como privadas, y facilitando la colaboración con organizaciones de consumidores y empresas.
- Diseñar, auspiciar, coordinar y ejecutar programas y proyectos de cooperación internacional para el desarrollo del uso eficiente energético (U.E.E).
- Fomentar la transparencia en el mercado de la energía a través de un diagnóstico continuo de los desafíos relacionados con la eficiencia energética, así como la creación e implementación de programas. Esto implica difundir información sobre procesos, tecnologías y sistemas de información que sean compatibles con el uso eficiente de la energía (UEE).

2.3.16. Norma Técnica EM.010

La presente norma establece los requisitos mínimos de instalaciones eléctricas para el interior de edificaciones, se aplica a viviendas, centros

comerciales, locales industriales, estacionamientos y demás instalaciones de interior que se encuentre dentro del territorio peruano.

Para la elaboración de proyectos de iluminación, se debe cumplir los requisitos mínimos de iluminación dependiendo de la actividad a realizar en los ambientes al interior de las edificaciones. Estos requisitos se encuentran en la tabla de requisitos mínimos de iluminación, se detalla a continuación:

Figura 2.5. Tabla de requisitos mínimos de iluminación

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Esmaltado, laminado, prensado, conformación de partes sencillas, escarchado, soplado del vidrio	300	25	0,60	80	
	Trituración, estampado, pulido del vidrio, conformación de partes precisas, fabricación de instrumentos de vidrio	750	19	0,70	80	
	Trabajo de precisión, por ejemplo, triturado decorativo, pintura a mano	750	16	0,70	80	
	Trabajo de precisión, por ejemplo, triturado decorativo, pintura a mano	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Fabricación de piedras preciosas sintéticas	1 500	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
4.4	Industria química, de plásticos y de caucho					
	Instalaciones de procesamiento operadas a distancia	50		0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Instalaciones de procesamiento con intervención manual limitada	150	28	0,40	40	
	Puestos de trabajo atendidos constantemente en instalaciones de procesamiento	300	25	0,60	80	
	Locales de mediciones precisas, laboratorios	500	19	0,60	80	
	Producción farmacéutica	500	22	0,60	80	
	Producción de neumáticos	500	22	0,60	80	
	Inspección de colores	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Corte, acabado, inspección	750	19	0,70	80	

Fuente: Norma técnica EM.010 instalaciones eléctricas interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones

2.4. Definición de términos básicos

2.4.1. Energía activa

Es la que ingresa a una instalación para producir luz, calor y movimiento.

2.4.2. Energía reactiva

Crea campos electromagnéticos que alimentan motores eléctricos. Solo se facturan cuando su consumo excede el 30% de la Energía Activa Total del mes.

2.4.3. Potencia

Es la capacidad con la que cuenta tú suministro para poder utilizar equipos eléctricos. Esta potencia se calcula en watts (W) o Kilowatts (kW).

2.4.4. Potencia Contratada

La potencia contratada es la cantidad máxima de energía que una empresa acuerda consumir en un determinado período. Influye directamente en la tarifa eléctrica y su unidad es el kW (kilovatios).

2.4.5. Hora punta

Es el horario comprendido entre los lunes y sábado de 18:00 a 23:00 horas.

2.4.6. Hora fuera de punta

Corresponde a las horas no comprendidas dentro de la hora punta, incluyendo domingos y feriados.

2.4.7. Máxima demanda leída

Es el más alto valor de las demandas de potencia activa integradas en los períodos sucesivos de 15 minutos durante el mes facturado.

2.4.8. Plan de Acción Integral - PAI

Un plan de acción integral, plan de actuación, plan de actuaciones o programa de actuación es un documento que describe las acciones necesarias para alcanzar uno o más objetivos.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis (general y específicas)

3.1.1. Hipótesis general

Si se diseña un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética del área de producción en una empresa de plásticos.

3.1.2. Hipótesis específicas

- Si se determina la línea base del consumo energético de un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética del área de producción de la empresa de plásticos.
- Si se realiza la evaluación técnica-económica de un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética del área de producción de la empresa de plásticos.
- Si se determina la factibilidad de un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.
- Si se realiza la validación del diseño de un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.

3.2. Operacionalización de variable

Ver siguiente cuadro.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS, LIMA 2023”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE	METODO Y TÉCNICA	
<p>Variable Independiente</p> <p>Plan de gestión</p>	<p>Un plan de Gestión energética es el conjunto de elementos que interactúan entre sí para establecer la política energética, los objetivos energéticos, los procesos y procedimientos para alcanzar dichos objetivos; El objetivo principal de la norma ISO 50001 es permitir a las organizaciones implantar sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento energético de sus instalaciones, con la intención de reducir las emisiones del efecto invernadero y los costos de generación de energía. La mayoría de los planes de gestión están estructurados para permitir la mejora continua. Dicha estructura se compone por un conjunto de pasos lógicos, los cuales no necesariamente deben cumplirse en estricto orden. "Plan de gestión energética en el sistema de vapor saturado en curtiembre cuenca, basado en auditoria térmica y normas peruanas, para aumentar eficiencia y reducir costos de generación de vapor" (2017)</p>	<p>Un plan de gestión energética es la estructuración de tareas que tengan por objetivo optimizar el consumo de energía manteniendo la calidad de producción o servicio. Además, tiene un control documental, que permite evaluar la mejora continua de la gestión energética. Esta gestión debe contribuir a fijar los objetivos a corto, medio y largo plazo para conseguir la optimización de los recursos energéticos, así como establecer las medidas, acciones y modificaciones que permitan reducir el consumo de energía.</p>	Línea base de consumo energético	Indicadores energéticos KPI %EE	$I_{EE} = \frac{\text{consumo de energía eléctrica (kWh)}}{\text{producción (kg)}}$		
			Evaluación técnica-económica	Ahorro potencial energético por propuesta	$AP_{CE} = \text{Consumo energético } L_b - \text{Consumo energético } L_p$ $AP_{CE} = \text{Ahorro potencial de consumo energético}$		
			Factibilidad	Ahorro potencial económico por propuesta	$AP_{IE} = \text{Importe energético } L_b - \text{Importe energético } L_p$ $AP_{IE} = \text{Ahorro potencial de importe energético}$		
			Validación del diseño	Indicador financiero VAN	$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n}$		
				Indicador financiero TIR	$VAN = 0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t}$		
			Software de Ingeniería		Software de ingeniería (DIALUX)	<p>Metodo: Cuantitativo</p> <p>Técnica: Análisis documental Análisis observacional</p>	
<p>Variable Dependiente</p> <p>Eficiencia energética</p>	<p>La eficiencia energética es una herramienta útil para reducir el consumo de energía y optimizar el proceso productivo; es decir producir más o igual pero con menos energía. En consecuencia los empresarios tienen la oportunidad de aumentar productividad y maximizar el beneficio, ya que el consumo energético en la industria es proporcional a la situación económica y los ciclos económicos. "Guías del Uso Racional de Energía y Eficiencia Energética"(2019)</p>	<p>La eficiencia energética es el uso racional y optimizado de la energía para realizar una tarea específica sin disminuir la producción o calidad del servicio. Consiste en obtener el máximo rendimiento o beneficio con la menor cantidad de energía posible.</p> <p>Para mejorar la eficiencia energética existen metodos como la implementación de un sistema de gestión energética, establecer y mejorar los procesos operativos y la concienciación del personal respecto a las buenas practicas en el uso responsable de la energía.</p>	Consumo de energía eléctrica	Lectura de medidor	$\sum Ad = \text{Ahorros energéticos}$		

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

Según Hernández enunció que: “En un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos”. (Hernandez, 1991, p. 245)

La presente tesis es de diseño no experimental ya que no se manipularon deliberadamente las variables, sino que se observa el comportamiento de estas.

4.2. Método de investigación

Espinoza (2014, p. 106) enunció que: “La investigación aplicada tiene como propósito transformar los conocimientos existentes o modelos en objetos útiles a la sociedad, podemos llamarlo también proceso de innovación. Buscamos que las soluciones generen efectividad o productividad”.

La presente investigación se clasifica como aplicada, ya que hace uso de técnicas y modelos preexistentes para llevar a cabo el diseño de un plan de gestión con el propósito de mejorar la eficiencia energética y evaluar cómo esto afecta la facturación de los predios.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

De acuerdo con Fracica señala que “Población es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo”. (BERNAL, 2010)

De acuerdo con Fracica, nuestra población serán todos los objetos

consumidores de energía conectados a la red eléctrica del área de producción de la empresa de plásticos de los predios 440 y 427.

4.3.2. Muestra

Según Bernal enunció que “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio.” (BERNAL, 2010)

La muestra será igual a la población, ya que la investigación busca analizar todos los objetos consumidores de energía de la empresa de plásticos. Nuestra muestra y población será de 41 máquinas pertenecientes al predio 440 y 91 máquinas pertenecientes al predio 427, se tomaron datos de consumos energéticos en el periodo de noviembre 2022 a octubre 2023.

4.4. Lugar de estudio

El lugar de estudio de la presente investigación es Lima – Perú, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.

Ahora bien, la aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina instrumento.

Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información. (Arias, 2006, p. 67)

Para la técnica de investigación, se utilizó el análisis documental de las fichas técnicas de las luminarias, observación del comportamiento del personal durante el uso de las máquinas y la encuesta.

4.5.1. Técnica Análisis documental

Se realiza la recopilación de evidencias para demostrar las hipótesis de la investigación, tales como la ficha técnica de equipos eléctricos del área de producción, placa de datos de las máquinas industriales, documentos de la empresa donde se registra el consumo de energía y datos de su funcionamiento.

4.5.2. Técnica Observación

La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos. (Arias, 2006, p. 69)

Para la realizar la técnica de la observación, se debe identificar de forma visual los comportamientos, condición de un ambiente, procedimientos en general que se desea conocer y analizar la información.

4.5.3. Encuesta

Esta técnica permite obtener información sobre las características de un problema orientadas a conocer el comportamiento del personal.

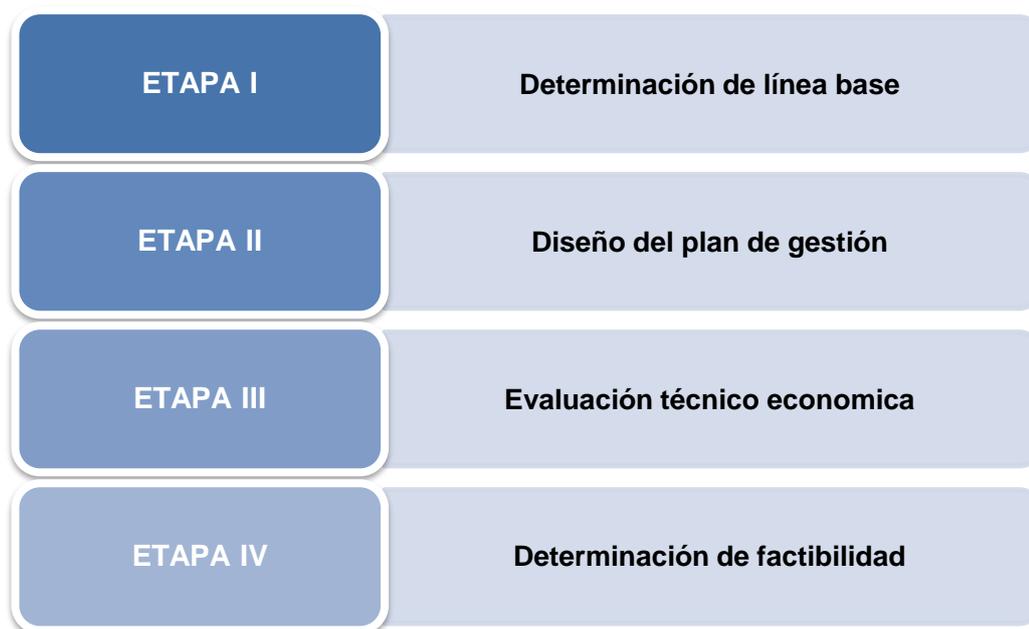
Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron:

- Analizador de redes
- Pinza amperimétrica
- Guía de encuesta (Tarjeta)

4.6. Análisis y procesamiento de datos.

El análisis y procesamiento de datos se realizó esquematizando los pasos ejecutados por etapas, cada etapa cuenta con una definición básica y pasos clave que permitirán sintetizar toda la información recolectada, de esta manera se pudo obtener el comparativo entre la realidad actual versus la realidad proyectada a través del diseño del plan de gestión con el objetivo de mejorar la eficiencia energética.

Figura 4.6. Etapas del diseño de plan de gestión energética



4.6.1. ETAPA I: Determinación de línea base

Identificación de procesos de producción

La identificación de procesos de producción es fundamental en el diseño de un plan de gestión energética, es necesario identificar y tener claro nuestro objeto de estudio, como bien decía el consultor de negocios Peter Drucker “Lo que no se puede medir no se puede controlar; lo que no se puede controlar no se puede gestionar; lo que no se puede gestionar no se puede mejorar”. Los procesos de producción son series de pasos organizados que convierten materias primas, insumos o recursos en productos terminados o servicios e identificar y comprender estos procesos es esencial para mejorar la eficiencia, la calidad y la rentabilidad de la producción.

Entre los ítems más relevantes de la identificación de procesos de producción tenemos:

- **Identificación de productos:** Comienza por identificar el listado de formatos que abastece la compañía, tomando en cuenta también

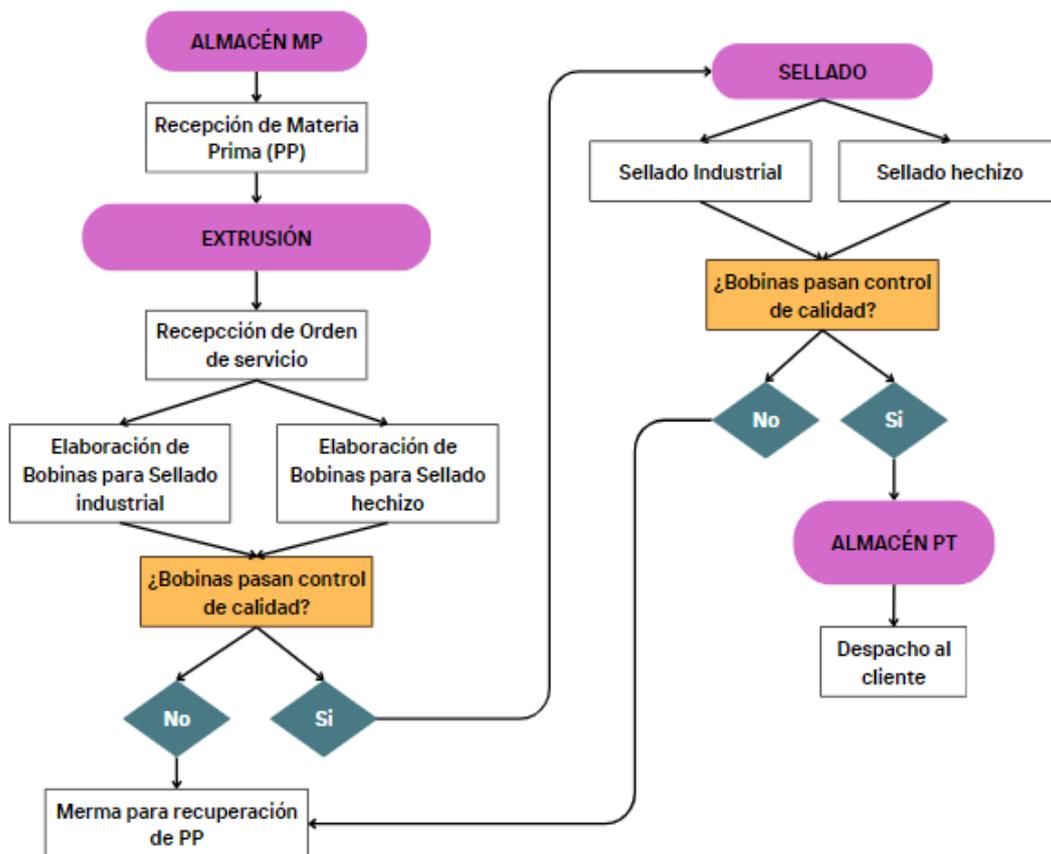
alguno que se pueda encontrar discontinuado, pero que se fabricó en el lapso de estudio de esta tesis (noviembre 2022 a octubre 2023).

- Mapeo de flujo de proceso: Crea un mapa de flujo de proceso que ilustre visualmente la secuencia de actividades y cómo se interconectan. Esto puede ayudar a identificar cuellos de botella, ineficiencias y áreas de mejora.
- Documentación detallada: Documenta en detalle cada paso del proceso, incluyendo la descripción de las tareas, los recursos necesarios, los tiempos de ejecución, los insumos requeridos y los resultados esperados.
- Identificación de recursos: Enumera todos los recursos necesarios para llevar a cabo cada etapa del proceso. Esto puede incluir mano de obra, maquinaria, materias primas, tecnología y otros activos involucrados.
- Análisis de costos: Calcula los costos asociados con cada etapa del proceso, lo que te permitirá gestionar los gastos y establecer claramente todos los ingresos y egresos involucrados, de esta forma se puede identificar retornos de inversión para implementación de mejoras.
- Seguimiento y mejora continua: Establece un sistema de seguimiento para mapear el rendimiento del proceso y realiza propuestas de mejoras basadas en data histórica de producción.

La identificación de procesos de producción es un proceso continuo que requiere atención constante para mantener y mejorar la eficiencia energética de la operación y la calidad de la producción, finalmente la posterior implementación de un plan de gestión energética será clave para la mejora de estos procesos.

La empresa de plásticos en la cual se hizo el estudio tiene como única fuente de energía la electricidad. A continuación, se detalla el diagrama de flujo de los procesos de producción:

Figura 4.7. Flujo de procesos de producción



Como se puede observar en la Figura N°7 las bobinas son productos del área de extrusión, acá se generan bobinas para sellado nacional e industrial, con pesos aproximados de 100 kg y 500 kg respectivamente.

Este proceso nace en el pesado de la materia prima, según la necesidad se determinarán parámetros como el color o cantidad, una vez se encuentre definido pasa a través de una mezcladora de MP y es almacenado en cilindros de 500 kg. Se coloca los cilindros en el ingreso de MP de la extrusora, la maquina absorbe la MP a través de una tolva por donde ingresa al serpentín donde inicia su proceso de calentamiento por las resistencias eléctricas del ducto. Al salir del serpentín se introduce aire a la masa de plástico que sale del cabezal formándose la manga de plástico que pasa a través de los rodillos. La manga se enrolla en un eje que gira de manera automática. Finalmente, al llegar al diámetro necesario, se corta la manga de plástico y se vuelve a enrollar en un nuevo eje, repitiéndose el proceso.

Posterior al proceso de extrusión, y luego de pasar por un riguroso control de calidad, las bobinas pasan a iniciar el procedimiento de sellado. El área de sellado (empaquete de bolsas) está representado por el “Sellado Nacional” y “Sellado industrial”.

En Sellado industrial se opera con máquinas importadas de la marca POLIMAQUINAS. En estas se coloca una bobina de 500 kg y la manga de plástico de la bobina pasa a través de un circuito de cuchillas que cortan y sellan la manga de la bobina generando bolsas según la medida programada.

Figura 4.8. Máquina Poliblock de área Sellado Industrial



Fuente: <https://es.polimaquinas.com.br/site/produtos/1574-poliblock-1300.html>

De forma similar el área de Sellado Nacional sigue el mismo procedimiento, pero a través de maquinarias fabricadas en nuestro país y diseñadas por la misma empresa. En estas máquinas se coloca una bobina de 100kg y la manga de la bobina pasa a través de rodillos y una cuchilla, esta corta la y sella la manga de la bobina generando bolsas según la medida requerida.

Figura 4.9. Máquina Selladora del área de Sellado nacional



Apartados del plan de gestión energética

El plan de gestión energético permite establecer planes de acción por cada oportunidad de mejora identificadas, de forma que estas puedan ser posteriormente implementadas según indiquen los resultados de la evaluación de factibilidad.

La política energética propuesta se realizó alineada a las políticas de gestión de la organización que se manejaban en ese momento, entre estas teníamos:

Misión

Somos un grupo humano comprometido con satisfacer las necesidades de empaques del cliente, que brinda productos de calidad con garantía, gracias al compromiso de nuestros colaboradores y servicio de excelencia.

Visión

Ser una de las empresas líderes de la industria del empaque en el mercado local con proyección al mercado latinoamericano, con soporte de última tecnología y colaboradores altamente calificados.

Según lo expuesto líneas arriba y tomando en cuenta los cimientos de la empresa de plásticos se realizó la siguiente propuesta de política energética:

La empresa de plásticos en mención, dedicada a la producción de diferentes tipos de bolsas hechos especialmente para cada necesidad del usuario final, en lineamiento con su filosofía se compromete a mantener el uso eficiente de sus recursos energéticos dentro de sus diferentes operaciones, por ello añade como nuevos objetivos focos:

- ✓ Identificar y evaluar periódicamente las oportunidades de ahorro energético.
- ✓ Capacitar a sus colaboradores para que contribuyan al uso racional de la energía.

Identificación de consumos energéticos

Entre los 2 diferentes predios que se encuentran en estudio (predio 440 y predio 427) tenemos diferentes maquinarias consumidoras de energía, comenzando con el predio 440 donde encontramos 13 extrusoras, 21 selladoras industriales, 7 selladoras nacionales, por otro lado, el predio 427 cuenta con 23 extrusoras, 3 selladoras industriales, 65 selladoras nacionales. Para sintetizar la cantidad de equipos consumidores principales se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 4.2. Resumen de equipos consumidores de energía

Predios involucrados	440 / 422	427 / 435
Nombre comercial	Predio 440	Predio 427
# Recibos	1	2
# Subestaciones	P440: 380V	P427: 220V P435: 380V
Máquinas	13 Extrusoras 21 Selladoras industriales 7 Selladoras nacionales	23 Extrusoras 3 Selladoras industriales 65 Selladoras Nacionales
Áreas	Área 1: Sellado Industrial I Área 2: Sellado Industrial II Área 3: Extrusión Área 4: Almacén Área 5: Sellado Nacional	Área 1: Sellado Nacional I Área 2: Sellado Nacional II Área 3: Sellado Nacional III Área 4: Sellado Industrial Área 5: Extrusión Área 6: Almacén

Para más detalle y ampliación de consumos de energía por equipo se elaboró la siguiente tabla donde se puede visualizar los consumos energéticos (kW) por cada equipo diferenciándolos por predios.

Tabla 4.3. Equipos consumidores de energía – Predio 440

ITEM	NOMBRE DEL EQUIPO	PROM. VOLTAJE	PROM. AMPERAJE	POTENCIA (kW)
1	EXTRUSORA N°01	224.00	52.43	11.75
2	EXTRUSORA N°02	387.33	102.37	39.65
3	EXTRUSORA N°03	387.67	103.50	40.12
4	EXTRUSORA N°04	388.00	99.80	38.72
5	EXTRUSORA N°05	389.33	93.53	36.42
6	EXTRUSORA N°06	388.33	99.83	38.77
7	EXTRUSORA N°07	388.67	99.83	38.80
8	EXTRUSORA N°08	389.00	101.67	39.55
9	EXTRUSORA N°09	388.33	75.63	29.37
10	EXTRUSORA N°10	0.00	0.00	0.00
11	EXTRUSORA N°11	0.00	0.00	0.00

12	EXTRUSORA N°12	387.00	90.92	35.18
13	EXTRUSORA N°13	389.00	214.80	83.56
14	MULTISAC N°02	217.00	28.40	6.16
15	MULTISAC N°03	218.33	26.93	5.88
16	MULTISAC N°04	217.67	29.87	6.50
17	MULTISAC N°05	216.67	33.13	7.18
18	MULTISAC N°06	216.00	28.80	6.22
19	MULTISAC N°07	222.33	28.37	6.31
20	MULTISAC N°08	222.00	29.93	6.65
21	MULTISAC N°09	221.33	32.40	7.17
22	MULTISAC N°10	88.33	31.23	2.76
23	POLIBLOCK N°01	223.00	18.87	4.21
24	POLIBLOCK N°02	223.67	21.30	4.76
25	POLIBLOCK N°03	222.00	19.13	4.25
26	POLIBLOCK N°04	223.00	20.20	4.50
27	POLIBLOCK N°05	223.67	19.37	4.33
28	POLIBLOCK N°08	223.00	21.43	4.78
29	POLIBLOCK N°09	223.33	21.47	4.79
30	POLIBLOCK N°11	224.33	21.53	4.83
31	HECE N°01	220.00	30.90	6.80
32	HECE N°02	220.00	30.77	6.77
33	HECE N°03	153.67	34.33	5.28
34	HECE N°04	223.67	33.97	7.60
35	SN. N°01	220.00	9.53	2.10
36	SN. N°02	221.00	9.17	2.03
37	SN. N°03	220.67	10.00	2.21
38	SN. N°04	221.67	9.63	2.14
39	SN. N°05	221.33	9.10	2.01
40	SN. N°06	221.67	9.20	2.04
41	SN. N°07	221.33	9.53	2.11

Tabla 4.4 Equipos consumidores de energía – Predio 427

ITEM	NOMBRE DE EQUIPO	PROM. VOLTAJE	PROM. AMPERAJE	POTENCIA (kW)
1	EXTRUSORA N°01	397.67	31.83	12.66
2	EXTRUSORA N°02	397.67	40.90	16.26
3	EXTRUSORA N°03	216.67	62.97	13.64
4	EXTRUSORA N°04	395.00	50.63	20.00
5	EXTRUSORA N°05	395.33	54.07	21.37
6	EXTRUSORA N°06	395.33	52.17	20.62
7	EXTRUSORA N°07	395.00	51.07	20.17
8	EXTRUSORA N°08	216.33	51.90	11.23
9	EXTRUSORA N°09	215.67	57.87	12.48
10	EXTRUSORA N°10	217.67	44.40	9.66
11	EXTRUSORA N°11	216.67	60.27	13.06
12	EXTRUSORA N°12	216.00	59.57	12.87
13	EXTRUSORA N°13	217.33	61.33	13.33
14	EXTRUSORA N°14	400.00	55.13	22.05
15	EXTRUSORA N°15	400.33	58.33	23.35
16	EXTRUSORA N°16	400.67	68.60	27.49
17	EXTRUSORA N°17	401.33	54.80	21.99
18	EXTRUSORA N°18	0.00	0.00	0.00
19	EXTRUSORA N°19	398.33	32.27	12.85
20	EXTRUSORA N°20	400.67	33.60	13.46
21	EXTRUSORA N°21	400.00	33.20	13.28
22	EXTRUSORA N°22	216.67	65.73	14.24
23	EXTRUSORA N°23	217.67	61.80	13.45
24	POLIBLOCK N°06	217.33	22.60	4.91
25	POLIBLOCK N°07	218.67	23.87	5.22
26	POLIBLOCK N°08	218.33	22.97	5.01
27	SN. N°01	218.33	9.60	2.10
28	SN. N°02	218.67	10.80	2.36
29	SN. N°03	218.33	10.67	2.33
30	SN. N°04	217.00	12.73	2.76
31	SN. N°05	216.67	10.53	2.28
32	SN. N°06	216.67	12.07	2.61

33	SN. N°07	217.33	9.20	2.00
34	SN. N°08	218.67	7.43	1.63
35	SN. N°09	217.67	10.60	2.31
36	SN. N°10	217.00	9.33	2.03
37	SN. N°11	217.67	11.33	2.47
38	SN. N°12	218.67	11.70	2.56
39	SN. N°13	218.33	12.20	2.66
40	SN. N°14	220.33	53.60	11.81
41	SN. N°15	220.00	13.10	2.88
42	SN. N°16	220.67	58.80	12.98
43	SN. N°17	219.33	9.67	2.12
44	SN. N°18	220.33	11.60	2.56
45	SN. N°19	220.33	9.43	2.08
46	SN. N°20	220.67	10.93	2.41
47	SN. N°21	219.33	9.70	2.13
48	SN. N°22	219.00	9.40	2.06
49	SN. N°23	219.00	9.47	2.07
50	SN. N°24	219.67	10.40	2.28
51	SN. N°25	219.33	11.27	2.47
52	SN. N°26	219.67	10.20	2.24
53	SN. N°27	220.00	11.33	2.49
54	SN. N°28	12.60	6.67	0.08
55	SN. N°29	220.33	12.33	2.72
56	SN. N°30	219.33	10.87	2.38
57	SN. N°31	219.00	10.80	2.37
58	SN. N°32	217.67	10.97	2.39
59	SN. N°33	217.67	11.00	2.39
60	SN. N°34	217.67	11.00	2.39
61	SN. N°35	218.00	12.60	2.75
62	SN. N°36	216.67	12.20	2.64
63	SN. N°37	217.67	10.87	2.37
64	SN. N°38	217.67	10.73	2.34
65	SN. N°39	218.33	10.40	2.27
66	SN. N°40	217.67	9.16	1.99
67	SN. N°41	217.33	10.27	2.23

68	SN. N°42	217.67	10.60	2.31
69	SN. N°43	219.67	11.00	2.42
70	SN. N°44	220.00	11.40	2.51
71	SN. N°45	220.33	11.67	2.57
72	SN. N°46	220.33	10.43	2.30
73	SN. N°47	220.33	12.07	2.66
74	SN. N°48	220.00	12.03	2.65
75	SN. N°49	219.67	9.93	2.18
76	SN. N°50	220.00	10.60	2.33
77	SN. N°51	875.67	11.17	9.78
78	SN. N°52	218.00	9.23	2.01
79	SN. N°53	218.33	10.67	2.33
80	SN. N°54	218.00	10.97	2.39
81	SN. N°55	217.67	10.67	2.32
82	SN. N°56	218.70	10.53	2.30
83	SN. N°57	218.67	8.06	1.76
84	SN. N°58	217.67	10.40	2.26
85	SN. N°59	874.33	10.40	9.09
86	SN. N°60	218.33	10.77	2.35
87	SN. N°61	217.67	8.87	1.93
88	SN. N°62	218.33	9.77	2.13
89	SN. N°63	218.33	9.47	2.07
90	SN. N°64	218.33	9.60	2.10
91	SN. N°65	851.67	9.80	8.35

Tabla 4.5 Consumo de energía por iluminación – Predio 440

ITEM	ÁREA	POTENCIA DE LUMINARIA ACTUAL (kW)	CANTIDAD DE LUMINARIAS (UND)	POTENCIA LÍNEA BASE (kW)	ENERGÍA LÍNEA BASE (kWh)
1	Sellado nacional	0.036	10.00	0.36	259.2
2	Sellado Industrial N°1	0.036	100.00	3.60	2592

3	Sellado Industrial N°2	0.036	32.00	1.15	829.44
4	Extrusión	0.036	18.00	0.65	466.56
5	Almacén	0.036	60.00	2.16	1555.2
TOTAL			220.00		5,702.40

Tabla 4.6 Consumo de energía por iluminación – Predio 427

ITEM	ÁREA	POTENCIA DE LUMINARIA ACTUAL (kW)	CANTIDAD DE LUMINARIAS (UND)	POTENCIA LÍNEA BASE (kW)	ENERGÍA LÍNEA ACTUAL (kW/h-mes)
1	Sellado nacional N°1	0.036	27.00	0.97	699.84
2	Sellado nacional N°2	0.036	33.00	1.19	855.36
3	Sellado nacional N°3	0.036	25.00	0.90	648
4	Sellado Industrial	0.036	24.00	0.86	622.08
5	Extrusión	0.036	104.00	3.74	2695.68
6	Almacén	0.036	30.00	1.08	777.6
TOTAL			243.00		6,298.56

Tabla 4.7 Consumo de energía mes de cuchillas nacionales – Predio 440

SELLADORA	VOLTAJE (V)	CUCHILLA (A)	POTENCIA (kW)	ENERGÍA (kWh/mes)
SN. N°1	220.00	7.56	1.66	59.88
SN. N°2	221.00	7.58	1.68	60.31
SN. N°3	220.67	8.14	1.80	64.66
SN. N°4	221.67	8.02	1.78	64.00
SN. N°5	221.33	7.80	1.73	62.15
SN. N°6	221.67	7.36	1.63	58.73
SN. N°7	221.33	8.12	1.80	64.70
TOTAL			12.07	434.43

Tabla 4.8 Consumo de energía mes de cuchillas nacionales – Predio 427

SELLADORA	VOLTAJE (V)	CUCHILLA (A)	POTENCIA (kW)	ENERGÍA kWh/mes
SN. N°1	213.50	8.56	1.83	65.79
SN. N°2	213.10	7.21	1.54	55.31
SN. N°3	212.20	8.24	1.75	62.95
SN. N°4	212.50	8.66	1.84	66.25
SN. N°5	210.70	8.47	1.78	64.25
SN. N°6	217.20	7.12	1.55	55.67
SN. N°7	214.00	8.54	1.83	65.79
SN. N°8	213.40	8.12	1.73	62.38
SN. N°9	212.80	6.55	1.39	50.18
SN. N°10	215.90	7.41	1.60	57.59
SN. N°11	216.20	8.34	1.81	65.07
SN. N°12	215.00	9.12	1.96	70.59
SN. N°13	215.40	7.86	1.69	60.95
SN. N°14	214.00	7.58	1.62	58.40
SN. N°15	213.80	8.88	1.90	68.35
SN. N°16	214.50	7.74	1.66	59.77
SN. N°17	213.00	7.92	1.69	60.73
SN. N°18	212.60	8.60	1.83	65.82
SN. N°19	214.00	8.96	1.92	69.03

SN. N°20	212.90	5.12	1.09	39.24
SN. N°21	211.80	8.10	1.72	61.76
SN. N°22	211.50	6.88	1.46	52.38
SN. N°23	214.00	7.43	1.59	57.24
SN. N°24	212.80	7.84	1.67	60.06
SN. N°25	213.70	8.65	1.85	66.55
SN. N°26	212.50	8.42	1.79	64.41
SN. N°27	213.10	8.11	1.73	62.22
SN. N°28	213.00	6.78	1.44	51.99
SN. N°29	214.60	7.46	1.60	57.63
SN. N°30	215.00	7.32	1.57	56.66
SN. N°31	216.50	8.62	1.87	67.18
SN. N°32	213.00	8.44	1.80	64.72
SN. N°33	213.60	8.92	1.91	68.59
SN. N°34	214.20	7.53	1.61	58.07
SN. N°35	212.20	7.26	1.54	55.46
SN. N°36	214.10	8.16	1.75	62.89
SN. N°37	213.60	8.23	1.76	63.29
SN. N°38	216.40	6.72	1.45	52.35
SN. N°39	215.00	7.26	1.56	56.19
SN. N°40	212.80	7.58	1.61	58.07
SN. N°41	214.00	8.54	1.83	65.79
SN. N°42	213.30	8.18	1.74	62.81
SN. N°43	214.60	7.30	1.57	56.40
SN. N°44	212.20	8.50	1.80	64.93
SN. N°45	215.00	6.55	1.41	50.70
SN. N°46	213.30	8.42	1.80	64.66
SN. N°47	214.20	7.44	1.59	57.37
SN. N°48	214.50	7.20	1.54	55.60
SN. N°49	215.20	6.78	1.46	52.53
SN. N°50	212.60	8.42	1.79	64.44
SN. N°51	213.20	8.67	1.85	66.54

SN. N°52	216.00	8.88	1.92	69.05
SN. N°53	213.10	8.80	1.88	67.51
SN. N°54	212.40	7.88	1.67	60.25
SN. N°55	213.60	7.21	1.54	55.44
SN. N°56	216.40	7.68	1.66	59.83
SN. N°57	212.00	8.47	1.80	64.64
SN. N°58	215.80	7.41	1.60	57.57
SN. N°59	213.40	7.80	1.66	59.92
SN. N°60	214.80	8.56	1.84	66.19
SN. N°61	215.20	8.40	1.81	65.08
SN. N°62	214.40	8.63	1.85	66.61
SN. N°63	211.80	4.71	1.00	35.91
SN. N°64	212.40	8.32	1.77	63.62
SN. N°65	213.60	7.22	1.54	55.60
TOTAL			109.19	3930.81

a) Consumos energéticos por iluminación

Estos fueron diferenciados por cada predio, la ficha técnica de cada luminaria nos pudo indicar el consumo energético y modelo de las luminarias existentes, para representar el consumo exacto actual orientado únicamente a consumos de iluminación del predio 440 procedimos a realizar los siguientes cálculos:

Aplicando la fórmula (1) de la sección II Marco Teórico:

$$E = 36 \times 24 \text{ (vatios - hora)}$$

$$E = \frac{36 \times 24}{1000} \text{ (kW)}$$

$$E = 0.864 \text{ kWh}$$

Hallamos el consumo de energía de luminarias total al mes, donde C_m es el consumo energético mensual de todas las luminarias involucradas en el predio 440:

$$C_m = E \times \#luminarias \times \#días \text{ al mes (kW)}$$

$$Cm = 0.864 \text{ kWh} \times 220 \times 30 \text{ (vatios - hora)}$$

$$Cm = 5,702.40 \text{ kWh - mes}$$

De forma similar realizamos los cálculos para hallar el consumo por iluminación inicial correspondiente al predio 427:

$$E = \frac{36 \times 24}{1,000} \text{ (vatios - hora)}$$

$$E = 0.864 \text{ kWh}$$

Hallamos el consumo de energía de luminarias total al mes, donde Cm es el consumo energético mensual de todas las luminarias involucradas en el predio 427 y el número de luminarias se puede observar en la Tabla 9:

$$Cm = E \times \#luminarias \times \#días \text{ al mes (kW)}$$

$$Cm = 0.864 \text{ kWh} \times 243 \times 30 \text{ (vatios - hora)}$$

$$Cm = 6,298.56 \text{ kWh/mes}$$

Finalmente, a modo de resumen se detalló los consumos energéticos por iluminación para ambos predios:

Tabla 4.9. Línea base - Resumen de consumo energético de iluminación

	Unidad	Predio 440	Predio 427
# Luminarias inicial	Unid	220	243
Consumo energético	kWh-mes	5,702.40	6,298.56

b) Consumos energéticos de cuchillas en selladoras nacionales

Para calcular el consumo (kWh) correspondiente a una cuchilla aplicamos la fórmula (3) de la sección II Marco Teórico, se toma de ejemplo los datos de la Selladora Nacional N°01 del predio 440:

Donde:

$$I_{\text{Calentamiento de cuchilla}} = 7.56 A$$

$$V = 220 V$$

Reemplazando los datos en la formula (3) para el cálculo de potencia:

$$P = 220 V \times 7.56 A$$

$$**P = 1.66 kW**$$

Llevamos la potencia a la formula (1) de la sección II Marco teórico, considerando que el personal deja las cuchillas encendidas en el lapso de su almuerzo y cena:

Donde:

$$t_{\text{Consumo al día}} = 1.67 \text{ horas}$$

Reemplazando los datos en la formula (1) para el cálculo diario:

$$E = 1.66 \text{ kw} \times 1.67 \text{ horas}$$

$$**E = 2.77 kWh**$$

Finalmente considerando que las selladoras trabajan de lunes a sábado, 24 días al mes, tenemos:

$$E = 2.77 \times 24 \text{ días kwh} \times 7 \text{ máquinas}$$

$$E = 465.36 \text{ kwh} - \text{mes}$$

De forma similar para el predio 427:

Donde:

$$I_{\text{Calentamiento de cuchilla}} = 8.56 A$$

$$V = 213.50 V$$

Reemplazando los datos en la formula (3) para el cálculo de potencia:

$$P = 213.50 V \times 8.56 A$$

$$**P = 1.83 kW**$$

Llevamos la potencia a la formula (1) de la sección II Marco teórico, considerando que el personal deja las maquinas en el almuerzo y cena:

Donde:

$$T_{Consumo\ al\ día} = 1.67\ horas\ (100\ min)$$

Reemplazando los datos en la formula (1) para el cálculo diario:

$$E = 1.83\ kw \times 1.67\ horas \times 0.70$$

$$E = 2.14\ kWh$$

Finalmente considerando que las selladoras trabajan de lunes a sábado, 24 días al mes, tenemos:

$$E = 2.14 \times 24\ días\ kwh \times 65\ máquinas$$

$$E = 3,338.40\ kwh - mes$$

c) Consumos energéticos de fajas, selladoras hechizas

Para calcular el consumo en kWh correspondiente a una las fajas aplicamos la fórmula (3) de la sección II Marco Teórico, se toma de ejemplo los datos de la Selladora Nacional N°01 del predio 427:

Donde:

$$I_{motor\ de\ fajas} = 1.86\ A$$

$$V = 213.50\ V$$

Reemplazando los datos en la formula (6) para el cálculo de potencia en sistemas trifásicos:

$$P = \sqrt{3} \times 213.50 \times 1.86 \times \cos \varphi \times 0.55$$

$$P = 0.34\ kw$$

Llevamos la potencia a la formula (1) de la sección II Marco teórico, considerando el tiempo que el personal deja más maquinas en el almuerzo y cena:

Donde:

$$T_{\text{Consumo al día}} = 1.67 \text{ horas (100 min)}$$

Reemplazando los datos en la formula (1) para el cálculo de energía solo para tiempos de receso:

$$E = 0.34 \text{ kw} \times 1.67 \text{ horas}$$

$$\mathbf{E = 0.57 kWh}$$

Finalmente considerando que las selladoras nacionales trabajan de lunes a sábado, 24 días al mes, tenemos:

$$E = 0.57 \times 24 \text{ días kwh} \times 7 \text{ máquinas}$$

$$\mathbf{E = 95.76 kWh - mes}$$

Tabla 4.10 Consumo de energía mes de fajas nacionales – Predio 427

SELLADORA	T (°C)	Motor de fajas (A)	POTENCIA (kW)	ENERGÍA (kWh/MES)
SN. N°1	240	1.86	0.612	22.037
SN. N°2	263	1.23	0.404	14.546
SN. N°3	267	1.74	0.569	20.490
SN. N°4	246	1.32	0.432	15.566
SN. N°5	242	1.21	0.393	14.148
SN. N°6	259	1.14	0.382	13.741
SN. N°7	235	1.26	0.416	14.963
SN. N°8	234	1.46	0.480	17.290
SN. N°9	239	1.58	0.518	18.658
SN. N°10	230	1.78	0.592	21.326
SN. N°11	261	1.86	0.620	22.316
SN. N°12	276	1.92	0.636	22.908
SN. N°13	277	1.36	0.452	16.256
SN. N°14	279	1.47	0.485	17.457
SN. N°15	272	1.35	0.445	16.017
SN. N°16	242	1.33	0.440	15.831
SN. N°17	273	1.72	0.565	20.331
SN. N°18	267	1.86	0.610	21.944

SN. N°19	256	1.76	0.581	20.901
SN. N°20	261	1.57	0.515	18.549
SN. N°21	277	1.23	0.402	14.457
SN. N°22	247	1.92	0.626	22.535
SN. N°23	263	1.32	0.435	15.676
SN. N°24	254	1.16	0.381	13.698
SN. N°25	280	1.38	0.455	16.365
SN. N°26	253	1.45	0.475	17.099
SN. N°27	256	1.39	0.457	16.438
SN. N°28	281	1.74	0.571	20.567
SN. N°29	252	1.26	0.417	15.005
SN. N°30	271	1.27	0.421	15.152
SN. N°31	248	1.45	0.484	17.421
SN. N°32	241	1.86	0.611	21.985
SN. N°33	276	1.23	0.405	14.580
SN. N°34	240	1.12	0.370	13.313
SN. N°35	253	1.75	0.572	20.607
SN. N°36	248	1.36	0.449	16.158
SN. N°37	283	1.64	0.540	19.440
SN. N°38	239	1.28	0.427	15.371
SN. N°39	251	1.63	0.540	19.448
SN. N°40	275	2.14	0.702	25.271
SN. N°41	248	1.46	0.482	17.338
SN. N°42	248	1.54	0.506	18.229
SN. N°43	256	1.12	0.370	13.338
SN. N°44	255	1.82	0.595	21.432
SN. N°45	235	1.14	0.378	13.601
SN. N°46	252	1.4	0.460	16.571
SN. N°47	243	1.41	0.466	16.760
SN. N°48	245	2.09	0.691	24.878
SN. N°49	254	1.96	0.650	23.407
SN. N°50	260	1.64	0.537	19.349

SN. N°51	287	1.71	0.562	20.231
SN. N°52	261	4.8	1.598	57.535
SN. N°53	285	1.42	0.466	16.792
SN. N°54	254	1.45	0.475	17.091
SN. N°55	280	1.2	0.395	14.224
SN. N°56	274	1.82	0.607	21.856
SN. N°57	273	1.62	0.529	19.059
SN. N°58	285	1.73	0.575	20.718
SN. N°59	280	1.48	0.487	17.527
SN. N°60	273	1.36	0.450	16.211
SN. N°61	276	1.23	0.408	14.689
SN. N°62	280	1.68	0.555	19.988
SN. N°63	280	1.73	0.565	20.334
SN. N°64	280	1.32	0.432	15.559
SN. N°65	255	1.26	0.415	14.935
TOTAL		1.26	33.54	1207.51

Tabla 4.11 Consumo de energía mes de fajas nacionales – Predio 440

SELLADORA	T (°C)	Motor de fajas (A)	POTENCIA 2 (kW)	ENERGÍA 2 (kWh/MES)
SN. N°1	255	1.37	0.020	0.725
SN. N°2	260	1.12	0.016	0.570
SN. N°3	245	1.25	0.019	0.694
SN. N°4	250	1.62	0.024	0.866
SN. N°5	250	1.14	0.016	0.576
SN. N°6	252	1.29	0.018	0.659
SN. N°7	258	1.53	0.022	0.809
TOTAL			0.136	4.898

Finalización de línea base

Se estableció la línea base como indicador de eficiencia energética tomando dos parámetros principales como es el consumo de energía

activa reflejado en la suma de la energía activa FP y HP, por otro lado, la suma de la producción, dentro de ello se encuentra el valor del subproceso de extrusión y el valor del subproceso de sellado.

Cada predio contará con una línea base de consumo de energía eléctrica único, el cual se hallará por la siguiente formula:

$$IE_{EE} = \frac{\text{consumo de energía eléctrica (kWh)}}{\text{producción (kg)}} \quad (4.1)$$

- **Consumo total de energía eléctrica y sus parámetros**

La obtención y análisis del consumo de energía eléctrica se determinó por medio de los recibos facturados en el periodo de noviembre 2022 a octubre 2023, en la siguiente tabla se podrá observar la recolección de esta información diferenciada por los conceptos principales de facturación para cada predio.

Tabla 4.12. Consumo eléctrico noviembre 2022 a octubre 2023 - Predio 440

Conceptos - Predio 440	Energía Activa (HP y FP) kWh	Energía Reactiva kVARh	Pot. Uso Redes Distrib. H kW	Demanda FP kW
Unidad				
Nov 22	539,100	232,500	1,081	934
Dic 22	565,600	245,440	1,081	942
Ene 23	433,040	191,320	1,081	926
Feb 23	628,040	277,580	1,081	956
Mar 23	592,540	263,440	1,081	982
Abr 23	594,980	267,940	1,081	958
May 23	539,800	241,320	1,081	954
Jun 23	532,080	245,720	1,081	998
Jul 23	532,080	245,720	1,004	998
Ago 23	543,460	249,160	1,081	988
Set 23	671,240	307,840	1,038	1,064
Oct 23	660,600	299,020	1,081	1,060

Tabla 4.13. Consumo eléctrico noviembre 2022 a octubre 2023 - Predio 427

Conceptos - Predio 427	Energía Activa (HP y FP) kWh	Energía Reactiva kVARh	Pot. Uso Redes Distrib. H kW	Demanda FP kW
Unidad				
Nov 22	237,892	115,300	407	390

Dic 22	220,788	106,192	407	398
Ene 23	181,352	82,864	407	400
Feb 23	250,824	124,224	407	412
Mar 23	237,744	126,952	407	415
Abr 23	252,864	148,064	407	426
May 23	225,324	132,272	407	419
Jun 23	213,240	128,900	407	387
Jul 23	213,240	128,900	407	387
Ago 23	215,136	127,580	407	387
Set 23	240,012	144,136	407	394
Oct 23	229,176	136,292	407	395

Tabla 4.14. Consumo eléctrico noviembre 2022 a octubre 2023 - Predio 435

Conceptos - Predio 435	Energía Activa (HP y FP)	Energía Reactiva	Pot. Uso Redes Distrib. H	Demanda FP
Unidad	kWh	kVARh	kW	kW
Nov 22	196,536	184	396	338
Dic 22	219,884	96	397	328
Ene 23	152,404	3,780	398	312
Feb 23	220,268	120	399	312
Mar 23	201,800	0	400	318
Abr 23	211,248	11,036	401	320
May 23	189,200	13,608	402	307
Jun 23	196,016	124	403	316
Jul 23	196,016	124	404	316
Ago 23	203,476	8,688	405	331
Set 23	221,056	12,860	406	328
Oct 23	211,260	4,344	407	335

- **Unidades de producción**

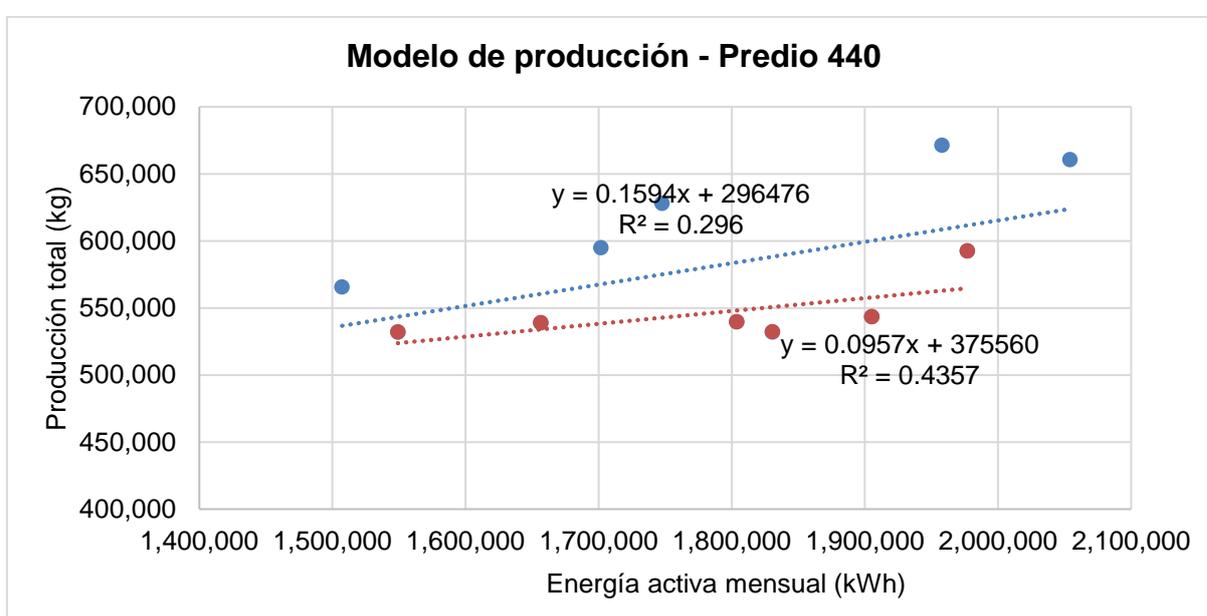
Para determinar las unidades producidas se recopiló la información de los históricos con los que cuenta la planta, en la siguiente figura se muestran las unidades producidas en el periodo de noviembre 2022 a octubre del 2023.

Tabla 4.15. Producción mes, noviembre 2022 a octubre 2023 - 440

Conceptos - PREDIO 440	Producción - Extrusión	Producción - Sellado	Producción total
Unidad	kg	kg	kg
Nov 22	1,094,431	561,966	1,656,397
Dic 22	919,485	587,786	1,507,271

Ene 23	1,161,963	681,088	1,843,051
Feb 23	1,108,312	639,275	1,747,587
Mar 23	1,240,084	736,924	1,977,008
Abr 23	1,104,030	597,599	1,701,629
May 23	1,182,899	620,879	1,803,777
Jun 23	1,148,817	681,773	1,830,590
Jul 23	1,013,899	535,231	1,549,130
Ago 23	1,203,195	702,039	1,905,233
Set 23	1,278,617	679,261	1,957,878
Oct 23	1,282,599	771,543	2,054,142

Figura 4.10. Modelo de producción mensual – Predio 440



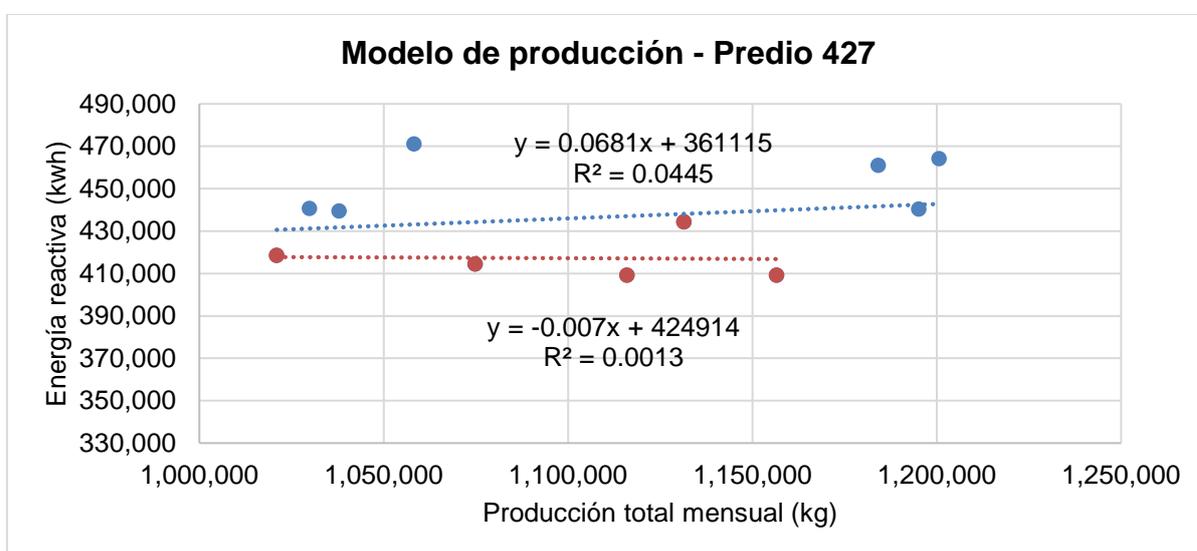
Donde la ecuación de línea base es $y = 0.1594x + 296476$, esta ecuación nos permite conocer la energía no asociada a la producción, luego se realiza la línea proyectada $y = 0.0957x + 375,560$ realizada con los puntos que se encuentran debajo de la línea base. El potencial de ahorro sería la diferencia de 375,560 menos 296,476 que sería igual a 79,084 kWh-mes, equivalente al 26.02%.

Tabla 4.16. Producción mes, noviembre 2022 a octubre 2023 - 427 y 435

Conceptos - PREDIO 427 y 435	Producción - Extrusión	Producción - Sellado	Producción total
Unidad	kg	kg	kg
Nov 22	687,046	376,741	1,063,787
Dic 22	689,591	366,854	1,056,445

Ene 23	704,364	346,652	1,051,016
Feb 23	667,183	391,071	1,058,254
Mar 23	697,227	340,654	1,037,881
Abr 23	748,682	451,938	1,200,620
May 23	700,528	374,284	1,074,812
Jun 23	743,988	371,994	1,115,982
Jul 23	771,043	385,522	1,156,565
Ago 23	675,010	345,984	1,020,994
Set 23	793,839	390,271	1,184,110
Oct 23	776,165	418,974	1,195,139

Figura 4.11. Modelo de producción mensual – Predio 427



Donde la ecuación de línea base es $y = 0.0681x + 361,115$, esta ecuación nos permite conocer la energía no asociada a la producción, luego se realiza la línea proyectada $y = -0.007x + 424,914$ realizada con los puntos que se encuentran debajo de la línea base. El potencial de ahorro sería la diferencia $424,914$ de menos $361,115$ que sería igual a $63,799$ kWh-mes, equivalente al 17.66% .

Los modelos de producción mensual de los predios brindan información sobre el comportamiento del consumo de la energía eléctrica respecto a la producción. En ambos casos, para la elaboración de la línea de tendencia no se está considerando enero 2023 ya que dicho mes tuvo una relación mayor de producción y energía, esto debido a que la empresa

realiza inventario general a fin de año y la producción excedente del inventario se agrega a la producción de enero.

El factor de correlación (R^2) te indica la calidad del modelo, la línea de tendencia permite identificar puntos de operación por debajo y encima del promedio esperado. Se observa que el modelo de producción – predio 440 tiene un mejor R^2 respecto al modelo de producción – predio 427, esto debido a que las máquinas del predio 440 son industriales, con un sistema de automatización y tableros de control mejor diseñados. Sin embargo, el predio 427 cuenta con 65 máquinas hechizas, estas cuentan con 2 motores y el sistema de apagado es manual.

Finalmente, con ambos parámetros podemos obtener la línea base de la empresa de plásticos la cual nos indicara el punto de referencia o situación inicial y servirá para medir y comparar los cambios en el consumo de energía en el lapso de noviembre 2022 a octubre 2023 que se producirían de implementar el plan de gestión con las medidas de eficiencia energética.

Posteriormente, se comparará el nuevo consumo de energía con la línea base para evaluar la efectividad de las acciones tomadas y medir los logros en términos de ahorro de energía.

Figura 4.12. Línea base de consumo de energía - Predio 440

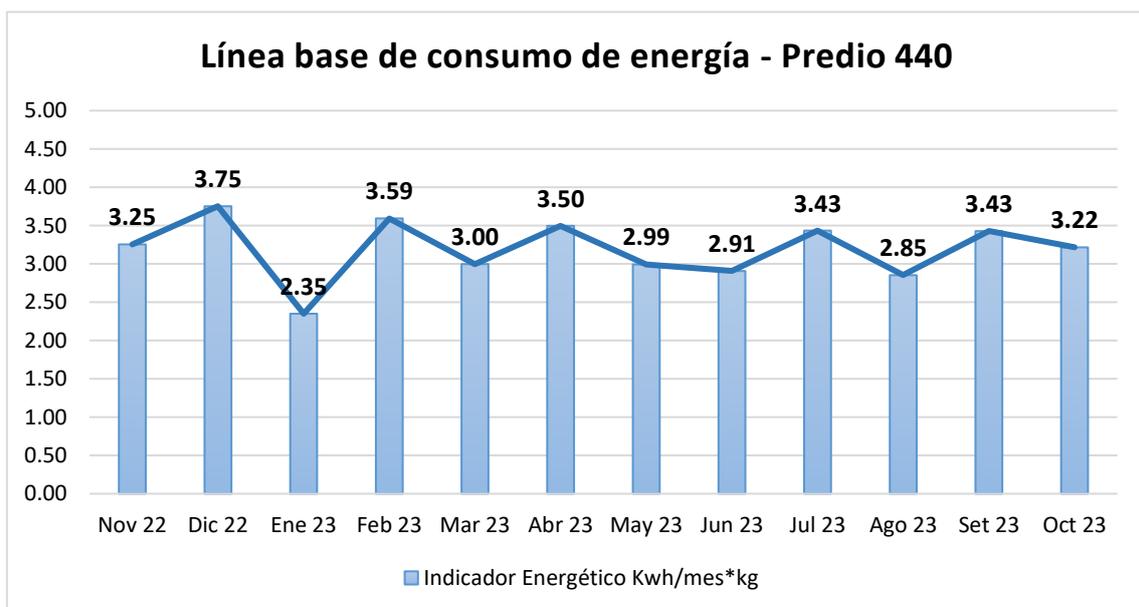
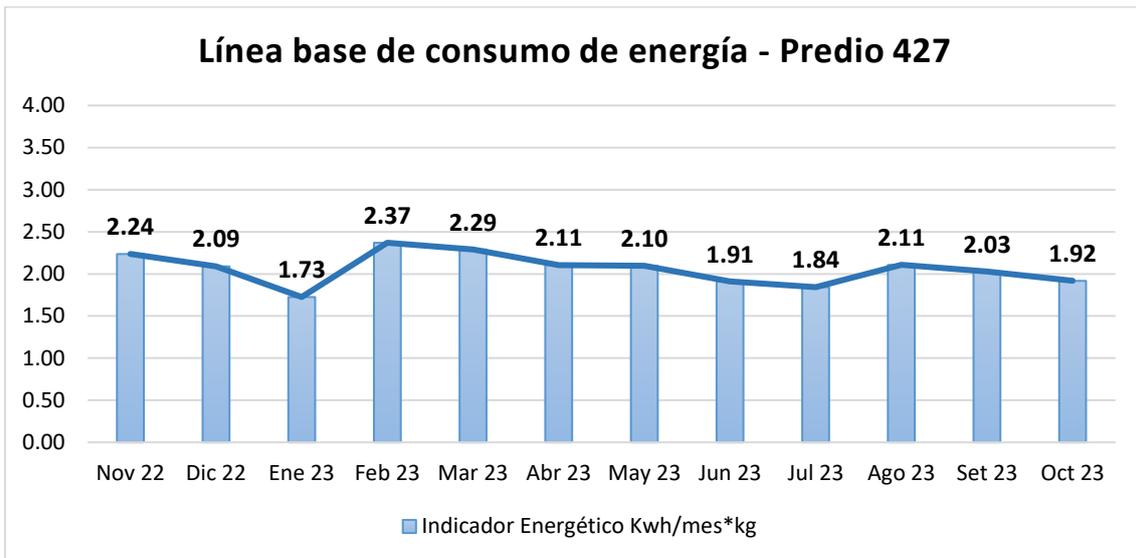


Figura 4.13. Línea base de consumo de energía - Predio 427



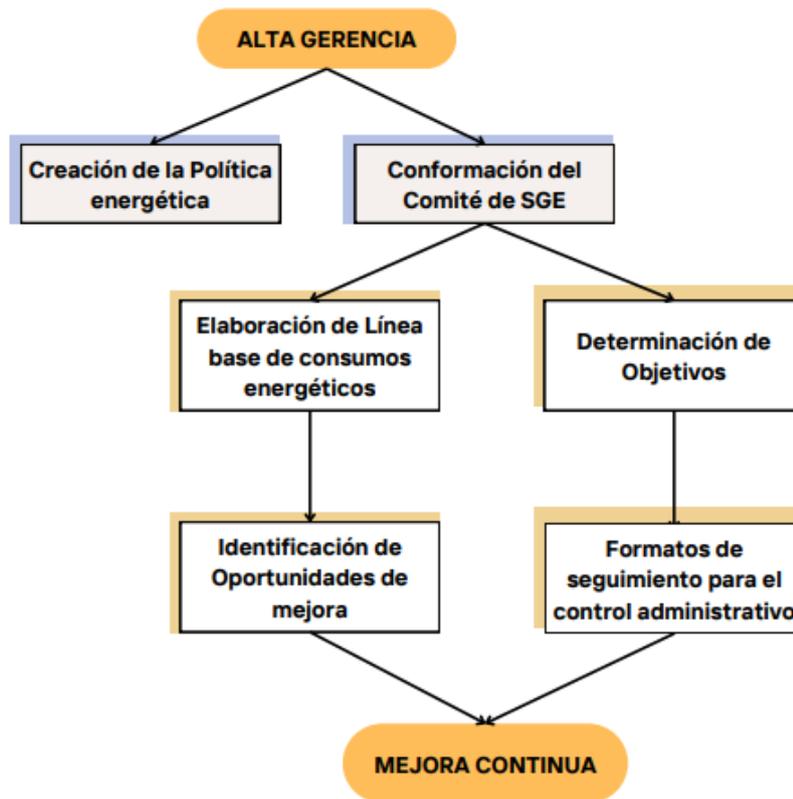
4.6.2. ETAPA II: Diseño del plan de gestión

El plan de gestión para mejorar la eficiencia energética se basó en la organización de planes de acción integrales que generan ahorros de energía sin alterar la eficiencia de su funcionamiento.

Para el diseño del Plan de gestión, se debe sentar las bases con de los compromisos que adopta la empresa en materia de eficiencia energética, es la alta gerencia quien asume la dirección con la aprobación de una nueva política. (Ver Anexo 24)

Este compromiso se evidencia a través de un Acta de formación del Comité de SGE (Ver Anexo 25). Los miembros del Comité son los responsables de aprobar, proponer y verificar las oportunidades de mejora que se identifiquen en su gestión.

Figura 4.14. Diagrama de flujo de Formación de SGE



PAI N°1: Implementación de banco de condensadores

Como primera medida se consideró la implementación de un banco de condensadores, este plan de acción se basó en la identificación de los altos valores correspondientes al consumo de energía reactiva tanto en el predio 440 como en el predio 427 representados en el Anexo 6 y Anexo 7 respectivamente, estos fueron comparados con los bajos valores que demostraba el predio 435 que ya contaba con un banco de condensadores instalado. (Ver Anexo 8) y que, de esta manera, evitaba el pago de penalizaciones por energía reactiva sin afectar la calidad del suministro. Para seleccionar el banco de condensadores ideal que sea acorde a la necesidad de compensación de energía reactiva del predio 440, tenemos:

Tabla 4.17. Resumen de consumo de energía reactiva mensual – P440

Conceptos - Predio 440	Unidad	Min	Max
Energía Activa (HP y FP)	kWh	433,040	671,240
Energía Reactiva	kVARh	191,320	307,840
Energía Reactiva no facturable - MT3	kVARh	129,912	201,372
Energía Reactiva exceso / penalidad	kVAR	102.35	177.45

Como se pudo observar el consumo de energía reactiva máximo no facturable en el periodo de estudio fue de 201,372 kVARh, esto se calculó en base a la teoría expuesta en la sección “Penalizaciones” del apartado 2.3.6 Energía reactiva, tenemos:

$$\text{Energía reactiva no facturable} = 30\% * \sum (EA_{HP} + EA_{FP})$$

$$\text{Energía reactiva no facturable} = 30\% * 671,240$$

$$\text{Energía reactiva no facturable}_{max} = 201,372 \text{ kVARh}$$

Por lo tanto:

$$\text{Energía reactiva exceso, penalidad}_{max} = 177.45 \text{ kVAR}$$

Después de haber obtenido estos datos pasamos a la selección del banco de condensadores, para ello verificamos la capacidad adecuada en la tabla:

Tabla 4.18. Selección de banco de condensadores por potencia - Predio 440

Potencia reactiva	Código Schneider
150 kVAR	VLVAW2N03510AA
175 kVAR	VLVAW2N03511AA
200 kVAR	VLVAW3N03512AA
225 kVAR	VLVAF3L225A40A
250 kVAR	VLVAW3N03514AB
275 kVAR	VLVAW3N03515AB

Finalmente, para cuantificar los ahorros por energía reactiva se realizaron los cálculos:

$$A_{P1} = \text{Energía reactiva mensual facturada promedio} \\ - \text{Energía reactiva mensual compensada}$$

$$A_{P1} = 307,840 - 201,372 \text{ kVARh}$$

$$A_{P1} = 106,468 \text{ kVARh} \approx S/.5,536.34$$

De forma similar para el predio 427:

Tabla 4.19. Resumen de consumo de energía reactiva mensual – P427

Conceptos - Predio 427	Unidad	Min	Max
Energía Activa (HP y FP)	kWh	181,352	252,864
Energía Reactiva	kVARh	82,864	148,064
Energía Reactiva no facturable - MT3	kVARh	54,406	75,859
Energía Reactiva exceso / penalidad	kVAR	47.43	120.34

Como se pudo observar el consumo de energía reactiva máximo no facturable en el periodo de estudio fue de 75,859 kVARh, esto se calculó en base a la teoría expuesta en la sección “Penalizaciones” del apartado 2.3.6 Energía reactiva, tenemos:

$$\text{Energía reactiva no facturable} = 30\% * \sum (EA_{HP} + EA_{FP})$$

$$\text{Energía reactiva no facturable} = 30\% * 252,864$$

$$\text{Energía reactiva no facturable}_{max} = 75,859 \text{ kVARh}$$

Por lo tanto:

$$\text{Energía reactiva exceso, penalidad}_{max} = \mathbf{120.34 \text{ kVAR}}$$

Después de haber obtenido estos datos pasamos a la selección del banco de condensadores, para ello verificamos la capacidad adecuada en la tabla:

Tabla 4.20. Selección de banco de condensadores por potencia - Predio 427

Potencia reactiva	Código Schneider
100 kVAR	VLVAW1N03508AA
125 kVAR	VLVAW2N03509AB
150 kVAR	VLVAW2N03510AA
175 kVAR	VLVAW2N03511AA
200 kVAR	VLVAW3N03512AA
225 kVAR	VLVAF3L225A40A
250 kVAR	VLVAW3N03514AB
275 kVAR	VLVAW3N03515AB

Finalmente, para cuantificar los ahorros por energía reactiva se realizaron los cálculos:

$$A_{P1} = \text{Energía reactiva mensual facturada promedio} \\ - \text{Energía reactiva mensual compensada}$$

$$A_{P1} = 148,064 - 75,859 \text{ kVARh}$$

$$A_{P1} = 72,205 \text{ kVARh} \approx S/.3,754.65$$

PAI N°2: Reemplazo de luminarias convencionales a luminarias LED

El reemplazo de luminarias convencionales por luminarias LED nos permitirá reducir los consumos energéticos, adicional a esta medida se hizo el estudio de luxes para verificar que el espacio estudiado cuente con los requisitos óptimos de intensidad luminosa requeridos por normativa, todos estos cálculos cuentan con el respaldo de la simulación realizada a través del programa Dialux. (Ver Anexo 13 al 23).

Finalmente se hizo el comparativo entre el consumo actual de la sección “Determinación de línea base” y el consumo proyectado con las nuevas implementaciones, se pudo observar que el ahorro asignado a la implementación de este PAI fue de **2,014.56 kWh**-mes para el predio 440 y **2,273.76 kWh**-mes para el predio 427.

PAI N°3: Implementación de temporizador para cuchillas de selladora

Actualmente las selladoras nacionales no cuentan con un sensor de apagado automático lo que dificulta el ahorro de energía debido a que estas siguen funcionando pese a no encontrarse en uso, se hizo un cálculo aproximado del lapso en el que esto acontece y el resultado fue de alrededor de 100 minutos (50 minutos correspondientes al almuerzo y 50 minutos correspondientes a la cena), gran parte de este tiempo representa la hora de refrigerio para personal operario sumado a los minutos extras que se le asignan por descanso.

Se hizo el comparativo entre el consumo actual de la sección “Determinación de línea base” y el consumo proyectado con la implementación del temporizador de cuchillas, se pudo observar que el ahorro asignado a la implementación de este PAI fue de 465.36 kWh para el predio 440 y 3,338.40 kWh para el predio 427.

PAI N°4: Correcto apagado de fajas durante recesos

Como parte de las buenas prácticas operacionales de maquinaria se agregó como plan de acción el correcto apagado de fajas cuando estas no se encuentren en operación.

Se obtuvo como línea base el consumo energético en tiempos de recesos de las fajas, siendo este de **$E = 13.68 \text{ kWh} - \text{mes}$**

Finalmente considerando que en el predio 440 contamos con 7 selladoras nacionales y en el predio 427 con 65 de estas máquinas, se calculó el consumo de 95.76 kWh-mes y 889.20 kWh-mes para el predio 440 y 427 respectivamente.

4.6.3. ETAPA III: Evaluación técnico-económica

Se elaboraron planes de acción para cada predio, en esta sección se enumeraron diferenciándolos por sector e indicamos una breve descripción del PAI.

Finalmente, en la Tabla 21 y Tabla 22 se puede observar los ahorros energéticos y su traducción a ahorros económicos más relevantes para

ambos predios, como se detalló en la sección de análisis de resultados, los planes de acción fueron 4 para cada predio.

Tabla 4.21. Resumen de ahorro energético y económico – Predio 440

N°	Planes de acción (PAI) - Predio 440	Unidad	Ahorro energético mensual promedio	Unidad	Ahorro económico mensual promedio
1	Implementación de banco de condensadores en el Predio 440	kVARh	84,769.33	S/	S/ 4,436.74
2	Reemplazo de luminarias convencionales a luminarias LED	kWh	2,014.56	S/	S/ 645.90
3	Implementación de temporizador (7) para cuchillas de selladora hechiza	kWh	465.36	S/	S/ 149.20
4	Correcto apagado de fajas durante recesos	kWh	95.76	S/	S/ 30.70
Total de ahorro económico generado mensual					S/ 5,262.55

Tabla 4.22. Resumen de ahorro energético y económico – Predio 427

N°	Planes de acción (PAI) - Predios 427 y 435.	Unidad	Ahorro energético mensual promedio	Unidad	Ahorro económico mensual promedio
1	Implementación de banco de condensadores en el Predio 427	kVARh	57,199.87	S/	S/ 2,995.21
2	Reemplazo de luminarias convencionales a luminarias LED	kWh	2,353.54	S/	S/ 754.58
3	Implementación de temporizador para cuchillas de selladora hechiza	kWh	3,338.40	S/	S/ 1,070.35
4	Correcto apagado de fajas durante recesos	kWh	889.20	S/	S/ 285.09
Total de ahorro económico generado mensual					S/ 5,105.24

4.6.4. ETAPA IV: Determinación de factibilidad

Para determinar la factibilidad de la implementación de las oportunidades de ahorro se consideró dos indicadores financieros, TIR y VAN con una tasa nominal anual del 10% anual en un plazo de 5 años. Primero se calcularon y analizaron los indicadores financieros, esto nos ayudó a determinar la factibilidad de cada plan de acción, finalmente el resultado de este análisis nos indica que propuestas se deben priorizar en el proceso de implementación del plan de gestión.

a) PAI 1 - Implementación de banco de condensadores en el Predio 440 y Predio 427

Para determinar la factibilidad del plan se inició realizando el flujo de caja de inversión:

Tabla 4.23. Flujo de caja de inversión del PAI 1 - Predio 440

Año	0	1	2	3	4	5
Costos por penalidad anuales		S/ 53,240.92	S/ 53,240.92	S/ 53,240.92	S/ 53,240.92	S/ 53,240.92
Banco de condensadores	-S/ 70,531.89	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Mantenimiento preventivo	0.00	-1,400.00	-1,400.00	-1,400.00	-1,400.00	-1,400.00
Mantenimiento correctivo	0.00	0.00	0.00	0.00	-2,500.00	-2,500.00
Flujo de caja	-S/ 70,531.89	-S/ 18,690.97	S/ 33,149.95	S/ 51,840.92	S/ 49,340.92	S/ 49,340.92

Tabla 4.24 Flujo de caja de inversión del PAI 1 - Predio 427

Año	0	1	2	3	4	5
Costos por penalidad anuales		S/ 35,942.58	S/ 35,942.58	S/ 35,942.58	S/ 35,942.58	S/ 35,942.58
Banco de condensadores	-S/ 67,060.63	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Mantenimiento preventivo	0.00	-3,000.00	-3,000.00	-3,000.00	-3,000.00	-3,000.00
Mantenimiento correctivo	0.00	0.00	0.00	0.00	-2,500.00	-2,500.00
Flujo de caja	-S/ 67,060.63	-S/ 34,118.05	-S/ 1,175.47	S/ 31,767.10	S/ 30,442.58	S/ 30,442.58

Figura 4.15 Representación de flujo de caja del PAI 1 - Predio 440

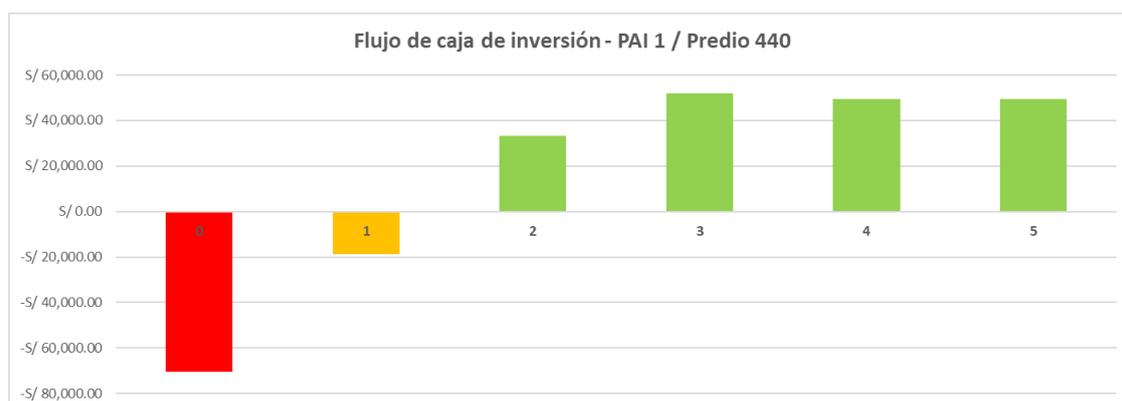
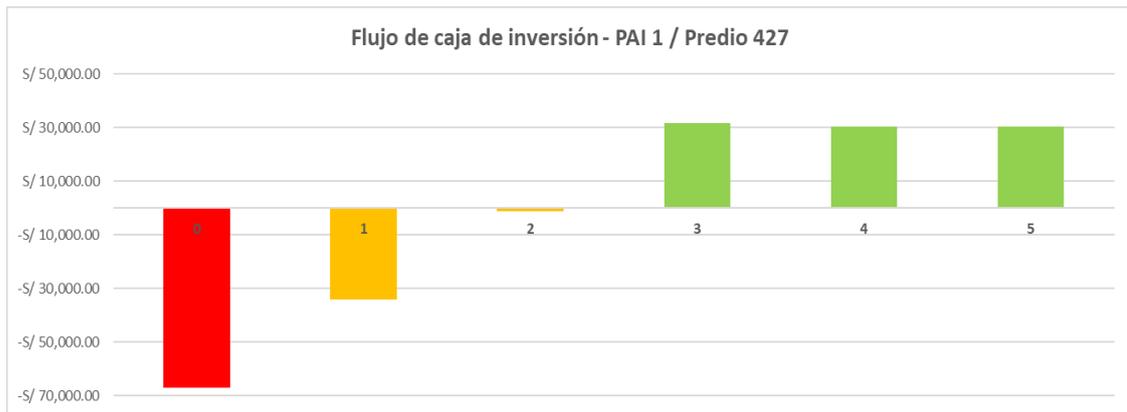


Figura 4.16 Representación de flujo de caja del PAI 1 - Predio 427



Una vez obtenido el flujo de caja de inversión procedemos a realizar los cálculos correspondientes para hallar el VAN y TIR del plan.

Tabla 4.25. Cálculo de indicadores financieros – PAI 1 del predio 440

Cantidad de años	5
Tasa Nominal Anual - TNA	10%
TIR	24.38%
VAN	S/ 43,159.17

Tabla 4.26. Cálculo de indicadores financieros – PAI 1 del predio 427

Cantidad de años	5
Tasa Nominal Anual - TNA	10%
TIR	-2.70%
VAN	-S/ 35,486.27

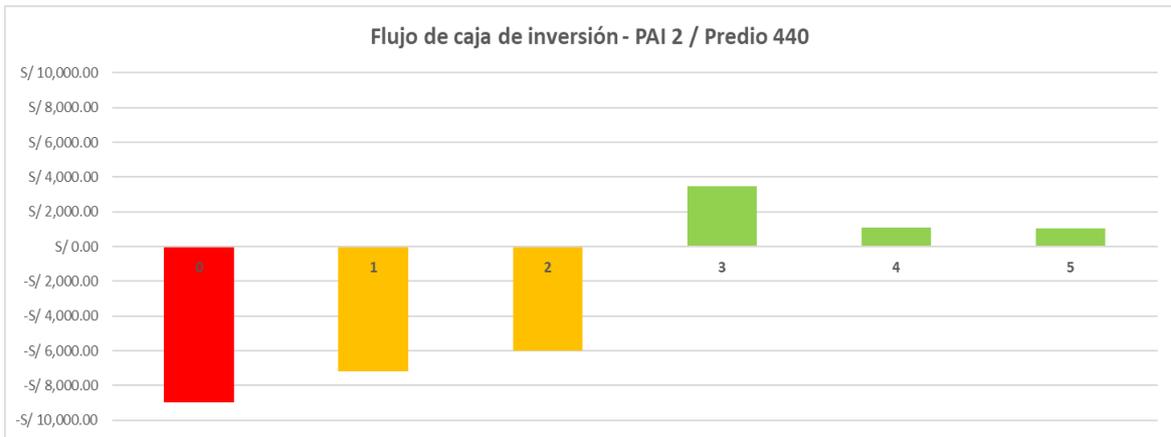
b) PAI 2 - Reemplazo de luminarias convencionales a luminarias LED

Para determinar la factibilidad del plan se inició realizando el flujo de caja de inversión:

Tabla 4.27. Flujo de caja de inversión del PAI 2 - Predio 440

Año	0	1	2	3	4	5
Ahorros por cambio de luminarias		S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43
Inversión Inicial	-S/ 11,340.28	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Inversión manteniendo marca actual	S/ 2,344.30	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 2,344.30	S/ 0.00	S/ 0.00
Mantenimiento correctivo	S/ 0.00	S/ 0.00	-S/ 600.00	-S/ 648.00	-S/ 699.84	-S/ 755.83
Flujo de caja	-S/ 8,995.98	-S/ 7,205.56	-S/ 6,015.13	S/ 3,486.73	S/ 1,090.59	S/ 1,034.60

Figura 4.17. Representación de flujo de caja del PAI 2 - Predio 440



Una vez obtenido el flujo de caja de inversión procedemos a realizar los cálculos correspondientes para hallar el VAN y TIR del plan.

Tabla 4.28. Cálculo de indicadores financieros – PAI 2 del predio 440

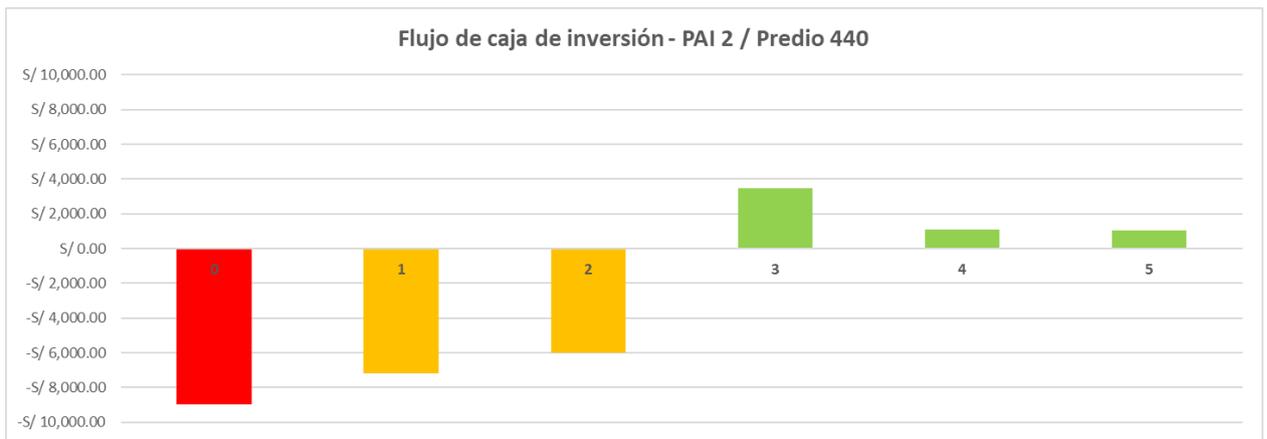
Cantidad de años	5
Tasa Nominal Anual - TNA	10%
TIR	-39.91%
VAN	-S/ 16,510.76

De la misma forma para el predio 427:

Tabla 4.29. Flujo de caja de inversión del PAI 2 - Predio 427

Año	0	1	2	3	4	5
Ahorros por cambio de luminarias		S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43
Inversión Inicial	-S/ 11,340.28	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Inversión manteniendo marca actual	S/ 2,344.30	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 2,344.30	S/ 0.00	S/ 0.00
Mantenimiento correctivo	S/ 0.00	S/ 0.00	-S/ 600.00	-S/ 648.00	-S/ 699.84	-S/ 755.83
Flujo de caja	-S/ 8,995.98	-S/ 7,205.56	-S/ 6,015.13	S/ 3,486.73	S/ 1,090.59	S/ 1,034.60

Figura 4.18. Representación de flujo de caja del PAI 2 - Predio 427



Una vez obtenido el flujo de caja de inversión procedemos a realizar los cálculos correspondientes para hallar el VAN y TIR del plan.

Tabla 4.30. Cálculo de indicadores financieros – PAI 2 del predio 440

Cantidad de años	5
Tasa Nominal Anual - TNA	10%
TIR	43.30%
VAN	S/ 14,365.78

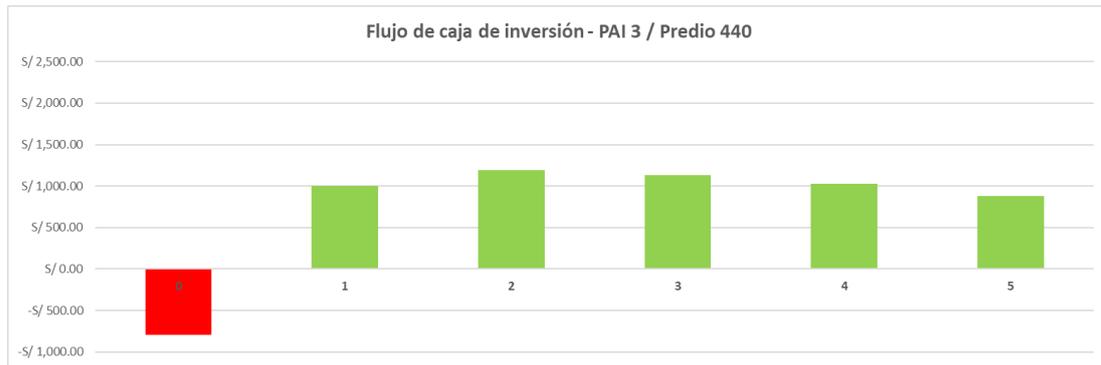
c) PAI 3 - Implementación de temporizador (7) para cuchillas de selladora hechiza

Para determinar la factibilidad del plan se inició realizando el flujo de caja de inversión:

Tabla 4.31. Flujo de caja de inversión del PAI 3 - Predio 440

Año	0	1	2	3	4	5
Ahorros por implementación de temporizador		S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43	S/ 1,790.43
Inversión Inicial	-S/ 791.82	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
-	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Mantenimiento correctivo	S/ 0.00	S/ 0.00	-S/ 600.00	-S/ 660.00	-S/ 759.00	-S/ 910.80
Flujo de caja	-S/ 791.82	S/ 998.60	S/ 1,190.43	S/ 1,130.43	S/ 1,031.43	S/ 879.63

Figura 4.19. Representación de flujo de caja del PAI 3 - Predio 440



Una vez obtenido el flujo de caja de inversión procedemos a realizar los cálculos correspondientes para hallar el VAN y TIR del plan.

Tabla 4.32. Cálculo de indicadores financieros – PAI 3 del predio 440

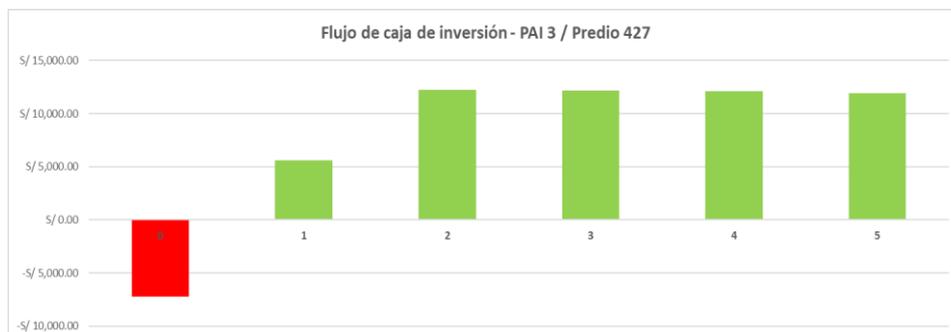
Cantidad de años	5
Tasa Nominal Anual - TNA	10%
TIR	131.83%
VAN	S/ 3,199.78

De la misma forma para el predio 427:

Tabla 4.33. Flujo de caja de inversión del PAI 3 - Predio 427

Año	0	1	2	3	4	5
Ahorros por implementación de temporizador		S/ 12,844.16	S/ 12,844.16	S/ 12,844.16	S/ 12,844.16	S/ 12,844.16
Inversión Inicial	-S/ 7,223.23	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
-	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Mantenimiento correctivo	S/ 0.00	S/ 0.00	-S/ 600.00	-S/ 660.00	-S/ 759.00	-S/ 910.80
Flujo de caja	-S/ 7,223.23	S/ 5,620.93	S/ 12,244.16	S/ 12,184.16	S/ 12,085.16	S/ 11,933.36

Figura 4.20. Representación de flujo de caja del PAI 3 - Predio 427



Una vez obtenido el flujo de caja de inversión procedemos a realizar los cálculos correspondientes para hallar el VAN y TIR del plan.

Tabla 4.34. Cálculo de indicadores financieros – PAI 3 del predio 427

Cantidad de años	5
Tasa Nominal Anual - TNA	10%
TIR	116.31%
VAN	S/ 32,823.99

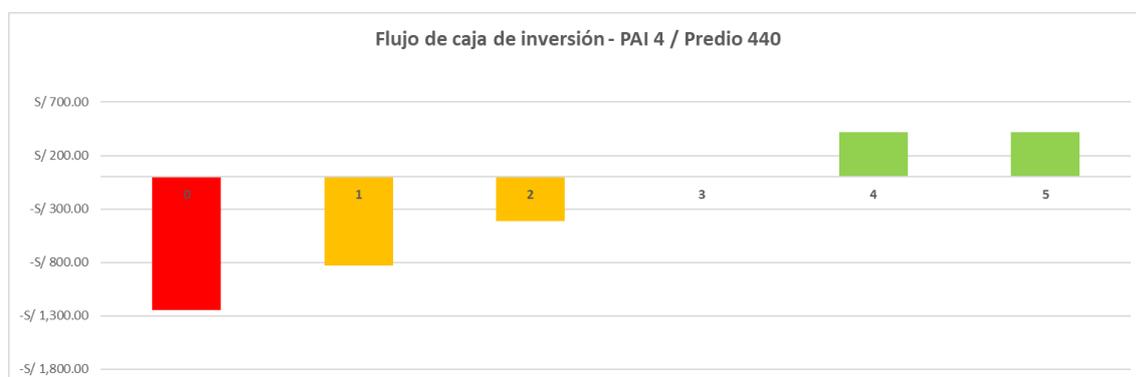
d) PAI 4 - Correcto apagado de fajas durante recesos

Para determinar la factibilidad del plan se inició realizando el flujo de caja de inversión:

Tabla 4.35. Flujo de caja de inversión del PAI 4 - Predio 440

Año	0	1	2	3	4	5
Ahorros por correcto apagado de fajas		S/ 368.43	S/ 368.43	S/ 368.43	S/ 368.43	S/ 368.43
Inversión Inicial	-S/ 1,800.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Capacitaciones constantes	-S/ 350.00	-S/ 350.00	-S/ 350.00	-S/ 350.00	-S/ 350.00	-S/ 350.00
-	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Flujo de caja	-S/ 2,150.00	-S/ 2,131.57	-S/ 2,113.15	-S/ 2,094.72	S/ 18.43	S/ 18.43

Figura 4.21. Representación de flujo de caja del PAI 4 - Predio 440



Una vez obtenido el flujo de caja de inversión procedemos a realizar los cálculos correspondientes para hallar el VAN y TIR del plan.

Tabla 4.36. Cálculo de indicadores financieros – PAI 4 del predio 440

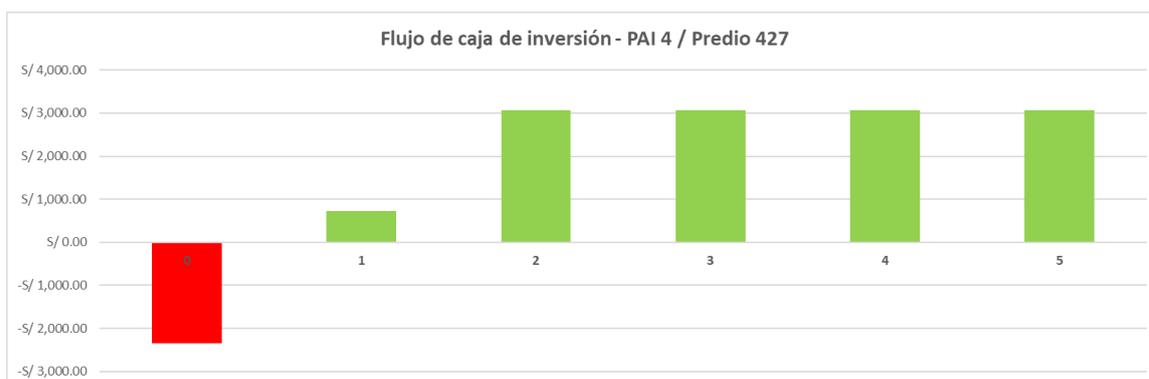
Cantidad de años	5
Tasa Nominal Anual - TNA	10%
TIR	-24.97%
VAN	-S/ 1,797.85

De la misma forma para el predio 427:

Tabla 4.37. Flujo de caja de inversión del PAI 4 - Predio 427

Año	0	1	2	3	4	5
Ahorros por correcto apagado de fajas		S/ 3,421.11	S/ 3,421.11	S/ 3,421.11	S/ 3,421.11	S/ 3,421.11
Inversión Inicial	-S/ 2,000.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Capacitaciones constantes	-S/ 350.00	-S/ 350.00	-S/ 350.00	-S/ 350.00	-S/ 350.00	-S/ 350.00
-	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Flujo de caja	-S/ 2,350.00	S/ 721.11	S/ 3,071.11	S/ 3,071.11	S/ 3,071.11	S/ 3,071.11

Figura 4.22. Representación de flujo de caja del PAI 4 - Predio 427



Una vez obtenido el flujo de caja de inversión procedemos a realizar los cálculos correspondientes para hallar el VAN y TIR del plan.

Tabla 4.38. Cálculo de indicadores financieros – PAI 4 del predio 427

Cantidad de años	5
Tasa Nominal Anual - TNA	10%
TIR	79.39%
VAN	S/ 7,155.55

4.7. Aspectos éticos en investigación

En la presente investigación titulada “Diseño de un Plan de gestión energética para mejorar la eficiencia eléctrica del área de producción en una empresa de plásticos – 2023” se recopiló información verdadera y transparente de la empresa de plásticos, respetando la propiedad intelectual de los autores citados.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Se determinó la línea base del consumo energético del área de producción de la empresa de plásticos, esto se elaboró a partir de los recibos de facturación energética de la empresa donde se observa la tendencia de crecimiento con la cuenta respecto a consumos de energía activa y energía reactiva.

Figura 5.23. Línea base de consumo de energía - Predio 440

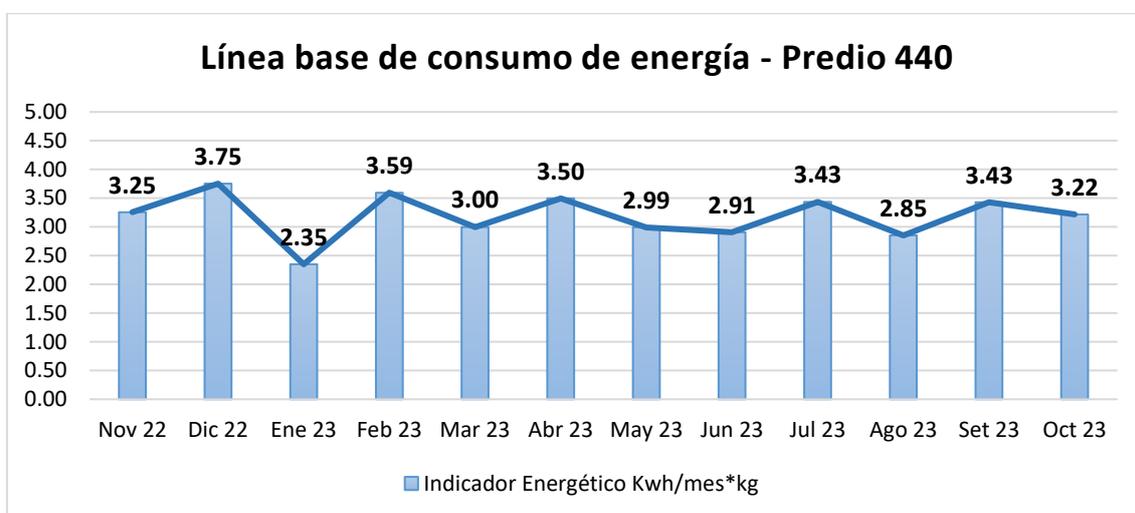
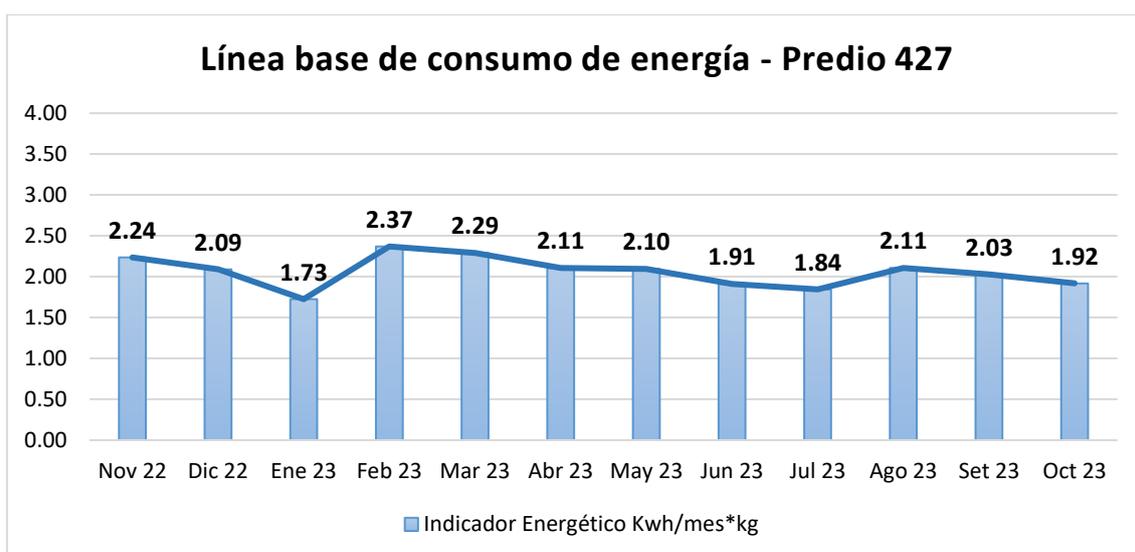


Figura 5.24. Línea base de consumo de energía - Predio 427



5.2. Resultados inferenciales

Se obtuvo un ahorro mensual de energía eléctrica de **84,769.33** kVARh y **2,575.68** kWh correspondiente al Predio 440, mientras que el ahorro energético del Predio 427 fue de **57,199.87** kVARh y **6,581.14** kWh, lo que representa un ahorro económico mensual de **S/. 5,262.55** y de **S/. 5,105.24** respectivamente. Para visualizar estos ahorros de forma más clara se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 5.39. Resumen de ahorros económicos

Resumen de Ahorros	Unidad	Predio 440	Predio 427
Ahorro económico mensual promedio	S/	5,262.55	5,105.24

El ahorro económico está asociado al indicador "Monto mensual" de la dimensión "Costo de energía eléctrica" perteneciente a la variable dependiente "Eficiencia energética" demostrando así la factibilidad de la hipótesis general planteada que indicaba "Si se diseña un plan de gestión mejorara la eficiencia energética del área de producción en una empresa de plásticos". A continuación, se muestra el impacto sobre la línea base elaborada en la etapa I del análisis y procesamiento de datos, para el Predio 440 y el Predio 427:

Figura 5.25. Mejora de indicador de eficiencia energética - Predio 440

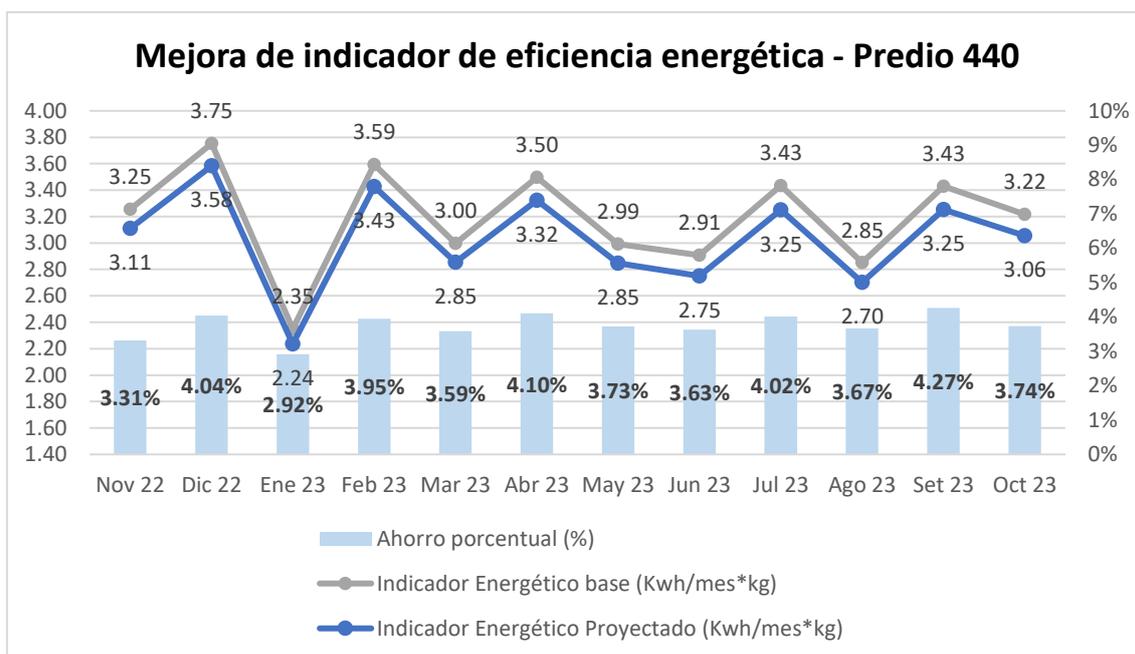
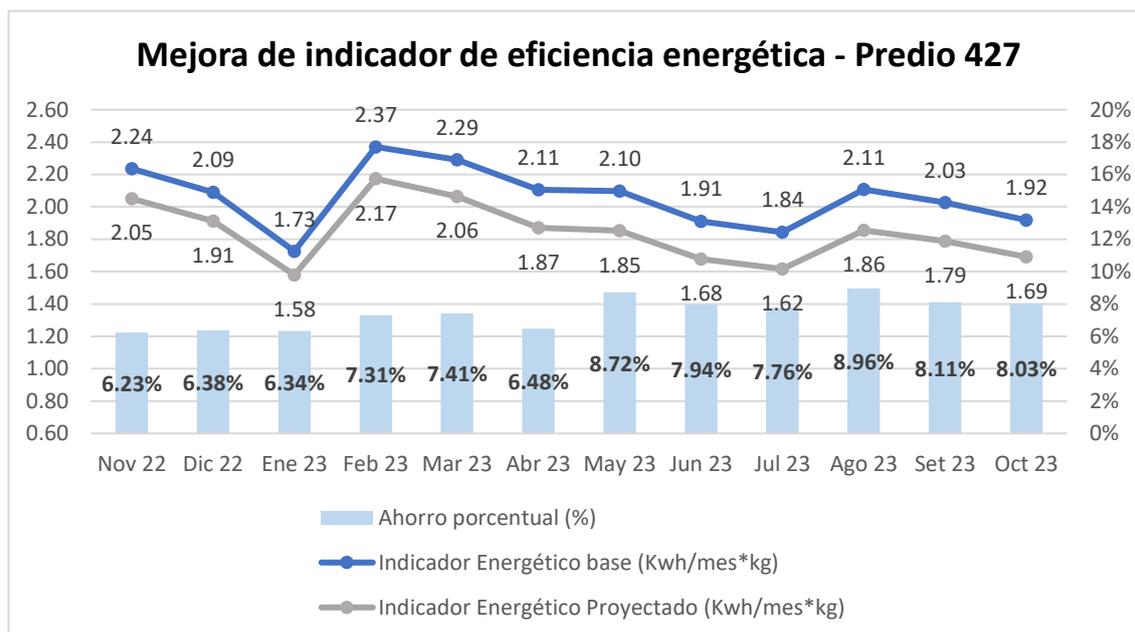


Figura 5.26. Mejora de indicador de eficiencia energética - Predio 427



5.3. Otro tipo de resultados estadísticos

Se realizó la simulación en el software DIALUX de la distribución e iluminación de las luminarias en las diferentes áreas de producción del predio 427 y 440.

- **Predio 427 – 435**

Tabla 5.40. Propuesta de cantidad de luminarias - Predio 427 - 435

Item	Área	Potencia de luminaria actual (kW)	Potencia de luminaria propuesta (kW)	Luminarias actuales (und)	Luminarias proyectadas (und)
1	Sellado nacional N°1	0.036	0.026	27.00	30.00
2	Sellado nacional N°2	0.036	0.026	33.00	33.00
3	Sellado nacional N°3	0.036	0.026	25.00	26.00
4	Sellado Industrial	0.036	0.026	24.00	24.00
5	Extrusión	0.036	0.026	104.00	85.00
6	Almacén	0.036	0.026	30.00	22.00
Total				243.00	220.00

Del estudio base se obtuvo un total de 243 luminarias instaladas en las diferentes áreas de producción generando un consumo total de potencia de 6,298.56 kWh – mes. Con el reemplazo y reubicación de las luminarias, la cantidad de luminarias se redujo a 220 unidades, generando un consumo total de potencia de 4,024.80 kWh – mes. A continuación, se detalla el ahorro de energía por área:

Tabla 5.41 Ahorro energético de luminarias por áreas - Predio 427 – 435

Item	Área	Energía línea actual (kWh-mes)	Energía proyectada (kW/h)	Ahorro (kWh-mes)
1	Sellado nacional N°1	699.84	540	159.84
2	Sellado nacional N°2	855.36	574.56	280.8
3	Sellado nacional N°3	648	457.92	190.08
4	Sellado Industrial	622.08	449.28	172.8
5	Extrusión	2695.68	1591.2	1104.48
6	Almacén	777.6	411.84	365.76
Total		6298.56	4024.80	2273.76

Tabla 5.42 Propuesta de cantidad de luminarias - Predio 440

Item	Área	Potencia de luminaria actual (kW)	Potencia de luminaria propuesta (kW)	Luminarias actuales (und)	Luminarias proyectadas (und)
1	Sellado nacional	0.036	0.026	10.00	7.00
2	Sellado Industrial N°1	0.036	0.026	100.00	80.00
3	Sellado Industrial N°2	0.036	0.026	32.00	32.00
4	Extrusión	0.036	0.026	18.00	18.00
5	Almacén	0.036	0.026	60.00	60.00
Total				220.00	197.00

Del estudio base se obtuvo un total de 220 luminarias instaladas en las diferentes áreas de producción generando un consumo total de potencia de 5,702.40 kWh – mes. Con el reemplazo y reubicación de las luminarias, la cantidad de luminarias se redujo a 197 unidades, generando un consumo total de potencia de 3,687.84 kWh – mes. A continuación, se detalla el ahorro de energía por área:

Tabla 5.43 Ahorro energético de luminarias por áreas - Predio 440

Item	Área	Energía línea actual (kw/h)	Energía proyectada (kw/h)	Ahorro (kWh)
1	Sellado nacional	259.2	131.04	128.16
2	Sellado Industrial N°1	2592	1497.6	1094.4
3	Sellado Industrial N°2	829.44	599.04	230.4
4	Extrusión	466.56	336.96	129.6
5	Almacén	1555.2	1123.2	432
Total		5702.40	3687.84	2014.56

Según el informe del DIALUX para ambos predios, la propuesta del cambio de luminarias y reubicación permite mejorar el confort visual al personal que labora en las áreas. Se cubre los 300 lux en los puntos de operación permanente del personal.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados descriptivos

La presente investigación logró realizar una reducción del consumo de la energía eléctrica mediante la elaboración de la línea de tendencia base y línea de tendencia proyectada con los puntos por debajo del promedio esperado, se obtiene un potencial de ahorro del 26% de la energía eléctrica, con las oportunidades de ahorro para el primer año se reduce un 3.37% equivalente a S/ 5,262.55 soles. Este resultado se asemeja a la tesis del autor (Valdez Bocio, 2020) en su investigación titulada “Implementación de un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001:2018 con la intención de establecer la relación desempeño-beneficio de la planta industrial de empaques plásticos RAVI CARIBE INC, en el año 2020” la cual demuestra un potencial de ahorro del 25%, al trazarse metas anuales determina que para el primer año ahorra el 8%, equivalente a 7,000.00 dólares.

6.2. Discusión de resultados inferenciales

Acorde a la Tabla 33 y Tabla 35, el reemplazo de luminarias por luminarias LED nos va a permitir tener un ahorro energético del 36% de la energía eléctrica consumida en el sistema de iluminación del predio 427, representando un ahorro de 2,273.76 kWh/mes equivalente a S/ 754.58 por el reemplazo de 220 luminarias, de la misma manera se realiza para el predio 440 generando una reducción en la facturación de S/ 645.90. El reemplazo de luminarias convencionales a luminarias LED es una propuesta de mejora que se toma del autor (Castillo Navarro, 2018), quien en su tesis titulada “Aplicación de un plan de gestión energética para reducir el consumo de energía eléctrica, área de extrusión – Nicoll Perú S.A, 2018”, donde propone el reemplazo de 100 luminarias generando un ahorro \$ 4,730.40 al año, equivalente a S/ 1,300.86 mensuales.

6.3. Discusión de otro tipo de resultados estadísticos

Según la Tabla 21 y Tabla 22, establecer buenas prácticas de manufactura orientadas al ahorro energético permitirían ahorrar 984.96 kWh-mes, equivalente a S/ 315.79 soles mensuales. (Ardila Barbosa, 2018) en su proyecto de tesis titulada “Elaboración del plan de gestión energética mediante la NTC ISO-50001 para la empresa RAMBAL S.A.S” concluye que establecer buenas prácticas de manufactura logra disminuir 5.448 kWh/mes, equivalente a \$1,748.808. Se corrobora que fomentar buenas prácticas permite reducir el consumo energético, estas pueden ser diversas según la realidad de cada empresa. Las buenas prácticas para el área de producción de la empresa de plásticos están enfocadas en el apagado correcto de las maquinas nacionales, la investigación de Ardila está enfocada en las buenas prácticas respecto al correcto apagado del aire acondicionado, computadoras y luminarias.

VII. CONCLUSIONES

- La investigación realizada logró determinar la línea base del consumo energético. Esto permitió conocer el diagnóstico actual del área de producción para el diseño del plan de gestión energética. Se realizó un censo de todas las maquinas del área de producción y se midió los consumos energéticos (voltaje y corriente) de estas, se obtuvo un listado de los equipos consumidores de energía y consumo por iluminación de los predios 440 y 427.
- La presente investigación realizo la evaluación técnica económica identificando los ahorros económicos potenciales y determinando la factibilidad de los planes de acción para el plan de gestión energética. Los potenciales de ahorro identificados son corregir el factor de potencia ya que representaba una penalidad económica, cambio de luminarias debido a su baja eficiencia, implementación de temporizador para reducir perdidas de energía durante los recesos y buenas prácticas de ahorro energético como promover el apagado de las fajas.
- Al realizar el análisis de factibilidad de los PAI's se pudo observar que el Plan de acción 3: "Implementación de un temporizador para cuchillas de selladora" es más factible en el predio 427, debido a que el predio 427 cuenta con 58 selladoras nacionales más respecto al predio 440, permitiendo un ahorro no menor a S/ 12,844.16 soles anuales. El presente PAI cuenta con un VAN y TIR positivos y tiene un retorno de inversión menor a un año, siendo una de las propuestas más atractivos dentro del diseño del plan de gestión.
- Con apoyo del software DIALUX se logró validar el diseño del sistema de luminarias al disminuir su cantidad manteniendo el confort visual de los trabajadores, es decir incrementando la eficiencia de su funcionamiento. El predio 440 pasó de 220 luminarias a 197 luminarias y el predio 427 paso de 243 luminarias a 220, habiendo una disminución general de 46 luminarias y un ahorro energético de 4,288.32 kWh/mes. Este ahorro se verá reflejado en la facturación eléctrica con un ahorro económico de S/1,400.48 mensual.

VIII. RECOMENDACIONES

- Para que la empresa conozca con mayor precisión sus consumos energéticos, se requiere la implementación de medidores de energía para tener los consumos reales de las líneas de producción. Esto permitiría conocer la eficiencia de cada área y se plantearía mejoras respecto al nivel de eficiencia de cada una. Esto permitirá tener un estudio más exacto para futuras proyectos energéticos.
- A medida que el Sistema de Gestión Energética se desarrolla, se debe tener en cuenta la falta de dispositivos de control de iluminación. A través de la instalación de sensores de movimiento y presencia se puede reducir la pérdida de electricidad en las áreas de bienestar como el comedor, vestuarios, servicios higiénicos y zona de descanso.
- Se recomienda la intervención de entidades del estado para promover el desarrollo de proyectos de acceso a una distribución directa de parte de las plantas de generación al cliente final. Debido a que el lugar de estudio de la presente tesis es una zona industrial, el cual no tiene acceso a una subestación de distribución cercana.
- Para la verificación del cumplimiento de las buenas prácticas de ahorro de energía, se debe tener en cuenta contar con el apoyo de los líderes de las áreas para realizar una breve verificación del correcto apagado de las fajas. De encontrarse personal que no apaga las fajas, realizar una retroalimentación respecto a las buenas prácticas de ahorro energético.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar Andía, Giovanna. 2003. Repositorio PUCP. [En línea] Marzo de 2003.** <http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/DDD224.pdf>.
- Alvarez Cabal, Jose Valeriano, Martinez Huerta, Gemma y Clemente, Pecharroman. 2015. SELECTION FACTORS IN LIGHTING SYSTEMS UPGRADE PROJECT EVALUATION.** 2015. págs. 3-4.
- Ardila Barbosa, Maria Fernanda. 2018.** Repositorio Universidad Autonoma Bucaramanga. *Repositorio Universidad Autonoma Bucaramanga*. [En línea] 2018. [Citado el: 15 de Junio de 2023.]
- Arias, Fideas G. 2006. El proyecto de investigación.** 6ta edición. s.l. : Episteme, 2006.
- Barrero, Fermín. 2004.** Sistemas de Energía Eléctrica. Madrid : Thomson Editores Spain, 2004, págs. 7-7.
- Bernal, Cesar A. 2010. Metodología a de la investigación.** 3era edición. San Cristóbal : PEARSON EDUCACIÓN, 2010.
- Cabrera Correa, Segundo Santiago. 2016.** Repositorio digital de la Universidad Cesar Vallejo. *Repositorio digital de la Universidad Cesar Vallejo*. [En línea] 2016.
- Caicedo Cuchimba, Juan Marcel y Tobar Escobar, Vladimir. 2016. Modelo de estudio y análisis de la eficiencia energética para el sector industrial en Colombia, aplicado a un caso de estudio en una empresa del sector del plástico".** Popayan : s.n., 2016.
- Castillo Navarro, Edwin Ener. 2018.** Repositorio digital de la Universidad Nacional del Callao. [En línea] 2018. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50949>.
- Claudia Elga Bustamante Vázquez & Carlos Hernández. 2013.** Análisis energético y propuesta de ahorro para la Universidad Tecnológica de Salamanca. 2013.
- Espinosa, Pedro Ángel Blasco. 2016. APUNTES: ILUMINACIÓN.** Valencia : UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, 2016, págs. 60-61.

- Espinoza Montes, Ciro. 2014.** *Metodología de Investigación Tecnológica*. 2da edición. Lima : Soluciones gráficas S.A.C., 2014.
- Fletcher, Andrew C. 2018.** *ISO 50001:2018 GUÍA DE IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA*. 2018. págs. 17-17.
- Flores Lopez, Eder Alberto, Bahena Landa, Maria Yuridia y Alanís Navarro, José Andrés. 2015.** ResearchGate. [En línea] 7 de Diciembre de 2015.
- Hamilton, Martín y Pezo Paredes, Alfredo. 2005.** *Formulación y evaluación de proyectos tecnologicos empresariales aplicados*. 1era edición. Bogota : Convenio Andrés Bello, 2005.
- Hernández Sampieri, Fernandez Collado Y Baptista Lucio. 1991.** *Metodología de la investigación*. Mexico : McGraw—Hill , 1991.
- Hernandez, Fernandez Y Baptista. 1991.** X. 1991. pág. 245.
- ISO. 2018.** ISO 50001:2018. *Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso*. 2018. págs. 1-10.
- Jovanovic, Bojana. 2016.** ISO 50001 standard-based energy management maturity model – proposal and validation in industry.”. [En línea] 20 de January de 2016.
- Khripko, Dunkelberg, Summerbell Y Hesselbach,. 2018.** "Development of an Energy Management Plan for Improving Electrical Efficiency in the Plastic Manufacturing Industry: A Case Study of a Polymer Factory in Germany". 2018.
- Ministerio de Energía y Minas. 2000.** *LEY Nº 27345 Ley de promoción del uso eficiente de la energía*. Lima : s.n., 2000.
- Nuevo Centeno, Miguel Angel. 2021.** Repositorio UNSA. *Repositorio UNSA*. [En línea] 2021. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/1534a85b-62ee-403a-8677-00849b7f4d96>.
- Organización Mundial de la Salud. 2022.** Organización Mundial de la Salud. [En línea] 19 de Diciembre de 2022.
- Osinergmin. 2021.** ISSUU. [En línea] 4 de Febrero de 2021. <https://issuu.com/osinergmin/docs/infografia-energetica-2021>.
- Poves Mendoza, Javier Fernando. 2023.** Repositorio Institucional Continental . [En línea] 13 de ENERO de 2023.

Revista digital de la cámara de comercio de Lima. 2021.

Exportaciones de plástico crecieron en el 2020. *LA CÁMARA*. [En línea] 15 de Febrero de 2021

Sabalza Vaca, Juan Luis. 2018. *Elaboración de un Plan de gestión energética para el frigorífico Río Frio S.A.S. empresa dedicada al beneficio, conservación, industrialización y comercialización de ganado bovino y bufalino basada en la NTC -ISO 50001.* Bucaramanga : s.n., 2018.

Sanchez & Fuquen, Claudia & Hermann. 2014. DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN EMPRESARIAL, Edición 3, Volumen 1. 2014, págs. 1-1.

Sandoval Rodriguez, Alberto. 2001. Gestión energética en la industria. [En línea] 2001. <https://www.cenytec.com/Publicaciones/gestion-energetica-PRINT.pdf>.

Serrano, Ana; Guarddon, Oscar ; Santolaya, José Luis;. 2015. REDALYC. *REDALYC*. [En línea] 22 de ABRIL de 2015. <https://www.redalyc.org/pdf/496/49639089029.pdf>.

Valdez Bocio, Reymun. 2020. Catálogo en línea de la biblioteca UNAPEC. *UNAPEC Biblioteca Fidel Mendez Núñez*. [En línea] 2020. [Citado el: 15 de Agosto de 2023.] <https://catalogobiblioteca.unapec.edu.do/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=56218>.

Valverde Agreda, José Luis. 2017. Repositorio digital de la Univerdad Cesar Vallejo. *Repositorio digital de la Univerdad Cesar Vallejo*. [En línea] 2017. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26458>.

Vasquez Cortés, Juan Camilo. 2017. *AUTOMATIZACIÓN ELECTRONEUMÁTICA METODOS SISTEMÁTICOS*. 1era edición. s.l. : Ediciones de la U, 2017.

Vera Gargurevich, Oscar, Luyo Kuong, Jaime y Meza Segura, José. 2021. *Balance Nacional de Energía 2021*. Ministerio de Energía y Minas. Lima : s.n., 2021. págs. 22-22.

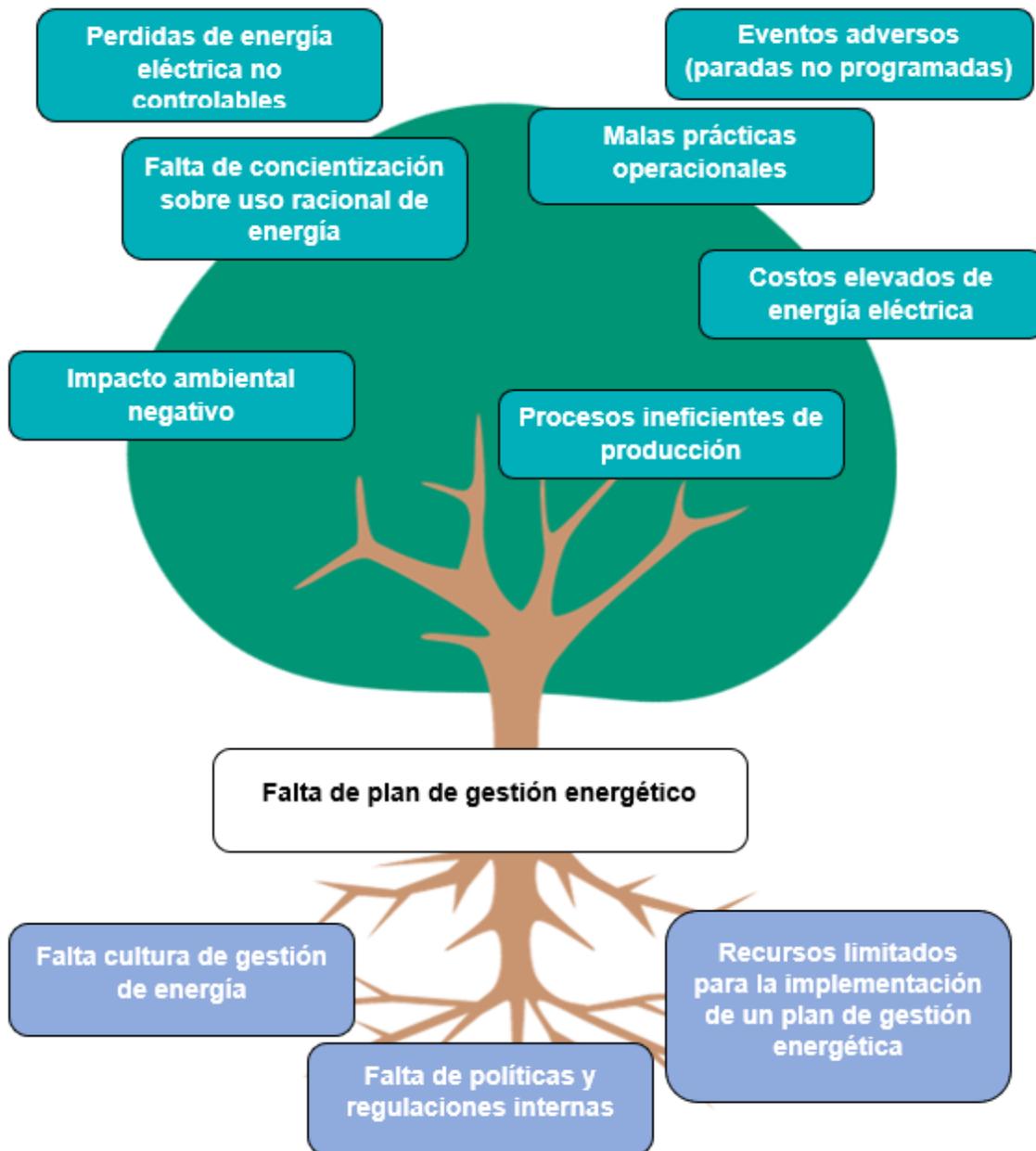
ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS, LIMA 2023”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General		
¿Cómo realizar el diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de una empresa de plásticos?	Realizar el diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética del área de producción en una empresa de plásticos.	Si se diseña un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética del área de producción en una empresa de plásticos.		1. Tipo: Aplicada
Problemas Específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Específicas		2. Enfoque: Cuantitativa
¿Cómo determinar la línea base del consumo energético de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos?	Determinar la línea base del consumo energético de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.	Si se determina la línea base del consumo energético de un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética del área de producción de la empresa de plásticos.	Variable Independiente PLAN DE GESTIÓN	3. Nivel: Descriptiva
¿Cómo realizar la evaluación técnica-económica de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos?	Realizar la evaluación técnica-económica de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.	Si se realiza la evaluación técnica-económica de un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética del área de producción de la empresa de plásticos.		4. Diseño: No experimental
¿Cómo determinar la factibilidad de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos?	Determinar la factibilidad de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.	Si se determina la factibilidad de un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.	Variable Dependiente EFICIENCIA ENERGÉTICA	5. Técnica de recolección: Análisis documental.
¿Cómo realizar la validación del diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos?	Realizar la validación del diseño de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.	Si se realiza la validación del diseño de un plan de gestión se mejorará la eficiencia energética en el área de producción de la empresa de plásticos.		6. Instrumento: Fichas de recolección de datos.
				7. Población: 36 extrusoras, 24 selladoras industriales y 72 selladoras nacionales.
				8. Muestra: 36 extrusoras, 24 selladoras industriales y 72 selladoras nacionales.
				9. Análisis de datos: PAI iluminación - Software simulador Dialux.

Anexo 2: Diagrama de árbol de problemas



Anexo 3: Instrumento de investigación

Tabla de consumo promedio de energía eléctrica de las extrusoras

PLANTA CIMA 440

Equipo	V1	V2	V3	A1	A2	A3	Prom.V	Prom. A	Kw/h
EXTR.01	224	224	224	62.5	100	42.7	224	68.4	23.6
EXTR.02	388	386	388	104.4	100.2	102.5	387.3	102.4	61
EXTR.03	387	388	388	98.5	108.4	103.6	387.7	103.5	61.8
EXTR.04	388	389	387	97.2	103.6	98.6	388	99.8	59.6
EXTR.05	389	390	389	85.4	92.8	102.4	389.3	93.5	56.1
EXTR.06	387	388	390	97.6	98.4	103.5	388.3	99.8	59.7
EXTR.07	388	388	390	97.6	98.4	103.5	388.7	99.8	59.7
EXTR.08	389	387	391	100.2	98.8	106	389	101.7	60.9
EXTR.09	388	388	389	68.4	76.3	82.2	388.3	75.6	45.2
EXTR.12	388	386	387	87.6	94.85	90.3	387	90.9	54.2
EXTR.13	389	390	388	215.3	220.4	208.7	389	214.8	128.7
TOTAL									670.5

Anexo 4. Presupuestos

Item	Plan de acción Integral - PAI Predio 440	Costo Unitario	Cantida	Total inversión
1	Implementación de banco de condensadores en el Predio 440			PEN 70,531.89
a	Suministro banco de condensadores 200 kvar – 440 / 480 V – Subestación eléctrica 380 V	PEN 63,841.60	1	PEN 63,841.60
b	Montaje electromecánico y configuración	PEN 4,970.00	1	PEN 4,970.00
c	Adecuación de áreas involucradas	PEN 1,720.29	1	PEN 1,720.29
2	Reemplazo de luminarias convencionales a luminarias LED			PEN 11,340.28
a	Luminarias nuevas (197)	PEN 56.91	197	PEN 11,211.27
b	Instalación de luminarias nuevas, mano de obra y suministro	PEN 112.11	1	PEN 112.11
c	Adecuación de áreas involucradas	PEN 16.90	1	PEN 16.90
3	Implementación de temporizador (7) para cuchillas de selladora hechiza			PEN 791.82
a	Adquisición de temporizadores para selladoras nacionales	PEN 78.09	7	PEN 546.62
b	Instalación de temporizadores, calibración, mano de obra y suministro	PEN 191.32	1	PEN 191.32
c	Adecuación de áreas involucradas	PEN 53.88	1	PEN 53.88
5	Correcto apagado de fajas durante recesos			PEN 1,300.00
a	Fichas de capacitación e informativas "Concientización sobre el uso racional de la energía"	PEN 2.50	120	PEN 300.00
b	Feria semestral de concientización para el correcto apagado de máquinas en tiempos de recesos	PEN 1,000.00	1	PEN 1,000.00
c	Adecuación de áreas involucradas	PEN 0.00	1	PEN 0.00
	Total de Inversiones			PEN 83,964.00
Item	Plan de acción Integral - PAI Predio 427	Costo Unitario	Cantida	Total inversión
1	Implementación de banco de condensadores en el Predio 427			PEN 67,060.63
a	Suministro banco de condensadores 200 kvar – 440 / 480 V – Subestación eléctrica 220 V	PEN 50,425.00	1	PEN 50,425.00
b	Montaje electromecánico y configuración	PEN 15,000.00	1	PEN 15,000.00
c	Adecuación de áreas involucradas	PEN 1,635.63	1	PEN 1,635.63
2	Reemplazo de luminarias convencionales a luminarias LED			PEN 12,663.61
a	Luminarias nuevas (220)	PEN 56.91	220	PEN 12,520.20
b	Instalación de luminarias nuevas, mano de obra y suministro	PEN 125.20	1	PEN 125.20
c	Adecuación de áreas involucradas	PEN 18.21	1	PEN 18.21
3	Implementación de temporizador para cuchillas de selladora hechiza			PEN 7,223.23
a	Adquisición de temporizadores (65) para selladoras nacionales	PEN 78.09	65	PEN 5,075.79
b	Instalación de temporizadores, calibración, mano de obra y suministro	PEN 1,776.52	1	PEN 1,776.52
c	Adecuación de áreas involucradas	PEN 370.92	1	PEN 370.92
5	Correcto apagado de fajas durante recesos			PEN 2,000.00
a	Fichas de capacitación e informativas "Concientización sobre el uso racional de la energía"	PEN 2.50	160	PEN 400.00
b	Feria semestral de concientización para el correcto apagado de máquinas en tiempos de recesos	PEN 1,600.00	1	PEN 1,600.00
c	Adecuación de áreas involucradas	PEN 0.00	1	PEN 0.00
	Total de Inversiones			PEN 88,947.47

Anexo 5. Cronograma de actividades

Cronograma de Actividades

Nombre de la tarea	Fecha inicio	Fecha fin	Duración	P1			P2			P3			P4					
				ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic			
- DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA MEJ...	10/01/23	09/12/23	287d	DIS														
- ETAPA 1	10/01/23	03/08/23	177d	ETAPA 1														
<i>Levantamiento de información</i>	12/04/23	03/08/23	98d	Levantamiento de información														
+ <i>Analizador de Redes</i>	27/01/23	27/07/23	156d	Analizador de Redes														
- <i>Actividades Preliminares</i>	10/01/23	26/01/23	15d	Actividades Preliminares														
<i>Estudio general</i>	10/01/23	26/01/23	15d	Estudio general														
ETAPA 2	04/08/23	12/10/23	60d	ETAPA 2														
ETAPA 3	13/10/23	14/11/23	28d	ETAPA 3														
ETAPA 4	15/11/23	28/11/23	12d	ETAPA 4														
+ <i>Obras Civiles</i>	20/05/23	16/06/23	24d	Obras Civiles														
+ <i>Obras Mecánicas / Eléctricas</i>	06/06/23	18/08/23	64d	Obras Mecánicas / Eléctricas														
- <i>Pruebas & Validaciones</i>	28/11/23	09/12/23	10d	Prue														

Anexo 6. Resumen de facturaciones de energía – Predio 440

Conceptos - PREDIO 440	Unidad	Oct 22	Nov 22	Dic 22	Ene 23	Feb 23	Mar 23	Abr 23	May 23	Jun 23	Jul 23	Ago 23	Set 23	Oct 23
Reposic. y Mant. de Conex	S/.	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	19.87	22.26	20.22	22.26
Cargo Fijo	S/.	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.50	4.50	4.47	4.42	4.47
Energía Activa FP	kWh	430,720.00	435,020.00	459,540.00	349,420.00	511,300.00	481,640.00	489,100.00	437,180.00	433,060.00	433,060.00	440,200.00	550,900.00	538,520.00
Precio Unitario Energía Activa FP	-	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27
IMP - Energ. Activa Fuera Punta	S/.	121,506.11	122,719.14	129,636.23	98,571.38	144,237.73	135,870.64	137,975.11	123,328.48	122,166.23	122,166.23	124,180.42	146,484.31	143,192.47
Energía Activa HP	kWh	105,420.00	104,080.00	106,060.00	83,620.00	116,740.00	110,900.00	105,880.00	102,620.00	99,020.00	99,020.00	103,260.00	120,340.00	122,080.00
Precio Unitario Energía Activa HP	-	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.34	0.34	0.32	0.32	0.32
IMP - Energ. Activa Horas Punta	S/.	33,470.85	33,045.40	33,674.05	26,549.35	37,064.95	35,210.75	33,616.90	32,581.85	33,290.52	33,290.52	32,785.05	38,207.95	38,760.40
Energía Reactiva	kVARh	226,420.00	232,500.00	245,440.00	191,320.00	277,580.00	263,440.00	267,940.00	241,320.00	245,720.00	245,720.00	249,160.00	307,840.00	299,020.00
Energía Reactiva	kVARh	65,578.00	70,770.00	75,760.00	61,408.00	89,168.00	85,678.00	89,446.00	79,380.00	86,096.00	86,096.00	86,122.00	106,468.00	100,840.00
Precio Unitario Energía Reactiva	-	0.3000	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0533	0.0533	0.0520	0.0520	0.0532
IMP - Energía Reactiva	S/.	19,673.40	3,680.04	3,939.52	3,193.22	4,636.74	4,455.26	4,651.19	4,127.76	4,588.92	4,588.92	4,478.34	5,536.34	5,364.69
Demanda HP	kW	928.00	932.00	940.00	924.00	936.00	986.00	926.00	952.00	1,004.00	1,004.00	1,002.00	1,072.00	1,090.00
Precio Unitario Potencia de Generación HP	-	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	58.55	58.55	54.53	54.51	54.53
IMP - Potencia de Generación HP	S/.	50,604.49	50,822.61	51,258.86	50,386.37	51,040.74	53,767.27	50,495.43	51,913.23	58,784.20	58,784.20	54,639.76	58,434.72	59,438.46
Pot. Uso Redes Distrib. H	kW	1,081.00	1,081.00	1,081.00	1,081.00	1,081.00	1,081.00	1,081.00	1,081.00	1,081.00	1,004.00	1,081.00	1,038.00	1,081.00
Precio Unitario Pot. Uso Redes Distrib. H	-	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.79	17.79	17.65	17.43	17.65
IMP - Pot. Uso Redes Distrib. H	S/.	19,076.62	19,076.62	19,076.62	19,076.62	19,076.62	19,076.62	19,076.62	19,076.62	19,230.99	17,861.16	19,076.62	18,093.38	19,076.62
Alumbrado Público	S/.	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,400.00	2,500.00	2,500.00	2,450.00
Servicio Postal	S/.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
SUBTOTAL Mes Actual sin IGV	S/.	246,861.21	231,873.55	240,115.02	200,306.67	258,586.51	250,910.28	248,344.99	233,557.67	240,590.62	239,118.40	237,689.93	269,284.33	268,312.37
IGV	S/.	44,435.02	41,737.24	43,220.70	36,055.20	46,545.57	45,163.85	44,702.10	42,040.38	43,306.31	43,041.31	42,784.19	48,471.18	48,296.23
TOTAL Mes Actual S.A.	S/.	291,296.22	273,610.79	283,335.72	236,361.87	305,132.08	296,074.12	293,047.08	275,598.05	283,896.93	282,159.71	280,474.12	317,755.51	316,608.60
Aporte Ley N° 28749	S/.	6,645.28	6,645.28	6,645.28	6,645.28	6,645.28	6,645.28	6,645.28	6,645.28	6,645.28	5,267.59	6,645.28	6,645.28	6,539.94
DL 25844 Cal_Sum 2023-08	S/.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8,504.79
Redondeo Mes Anterior	S/.	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.17	0.35	0.35	0.15
Redondeo Mes Actual	S/.	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.43	-0.15	-0.15	-0.40
TOTAL Mes Actual	S/.	297,941.70	280,256.27	289,981.20	243,007.35	311,777.56	302,719.60	299,692.56	282,243.53	290,542.41	287,427.04	287,119.60	324,400.99	314,643.50

Anexo 7. Resumen de facturaciones de energía – Predio 427

Conceptos - Predio 427	Unidad	Oct 22	Nov 22	Dic 22	Ene 23	Feb 23	Mar 23	Abr 23	May 23	Jun 23	Jul 23	Ago 23	Set 23	Oct 23
Reposic. y Mant. de Conex	S/.	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	19.87	22.26	20.22	22.26
Cargo Fijo	S/.	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.50	4.50	4.47	4.42	4.47
Energía Activa FP	kWh	181,400.00	193,460.00	177,260.00	146,204.00	203,088.00	192,800.00	207,208.00	182,440.00	174,152.00	174,152.00	173,736.00	196,756.00	185,252.00
Precio Unitario Energía Activa FP	-	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27
IMP - Energ. Activa Fuera Punta	S/.	51,172.94	54,575.07	50,005.05	41,244.15	57,291.12	54,388.88	58,453.38	51,466.32	49,128.28	49,128.28	49,010.93	52,317.42	49,258.51
Energía Activa HP	kWh	44,696.00	44,432.00	43,528.00	35,148.00	47,736.00	44,944.00	45,656.00	42,884.00	39,088.00	39,088.00	41,400.00	43,256.00	43,924.00
Precio Unitario Energía Activa HP	-	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.34	0.34	0.32	0.32	0.32
IMP - Energ. Activa Horas Punta	S/.	14,190.98	14,107.16	13,820.14	11,159.49	15,156.18	14,269.72	14,495.78	13,615.67	13,141.39	13,141.39	13,144.50	13,733.78	13,945.87
Energía Reactiva	kVARh	111,132.00	115,300.00	106,192.00	82,864.00	124,224.00	126,952.00	148,064.00	132,272.00	128,900.00	128,900.00	127,580.00	144,136.00	136,292.00
Energía Reactiva	kVARh	43,303.20	43,932.40	39,955.60	28,458.40	48,976.80	55,628.80	72,204.80	64,674.80	64,928.00	64,928.00	63,039.20	72,132.40	67,539.20
Precio Unitario Energía Reactiva	-	0.3000	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0533	0.0533	0.0520	0.0520	0.0532
IMP - Energía Reactiva	S/.	12,990.96	2,284.48	2,077.69	1,479.84	2,546.79	2,892.70	3,754.65	3,363.09	3,460.66	3,460.66	3,278.04	3,750.88	3,593.09
Demanda HP	kW	380.00	382.40	392.00	386.40	398.40	398.40	405.20	402.40	372.00	372.00	373.60	388.00	391.60
Precio Unitario Potencia de Generación HP	-	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53
IMP - Potencia de Generación HP	S/.	20,721.67	20,852.54	21,376.03	21,070.66	21,725.03	21,725.03	22,095.84	21,943.15	20,285.42	20,285.42	20,372.67	21,157.91	21,354.22
Pot. Uso Redes Distrib. H	kW	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00	407.00
Precio Unitario Pot. Uso Redes Distrib. H	-	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.79	17.79	17.65	17.43	17.65
IMP - Pot. Uso Redes Distrib. H	S/.	7,182.41	7,182.41	7,182.41	7,182.41	7,182.41	7,182.41	7,182.41	7,182.41	7,240.53	7,240.53	7,182.41	7,094.42	7,182.41
Alumbrado Público	S/.	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00
Servicio Postal	S/.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
SUBTOTAL Mes Actual sin IGV	S/.	108,248.69	100,991.39	96,451.05	84,126.28	105,891.27	102,448.47	107,971.79	99,560.38	95,246.04	95,243.65	94,978.28	100,042.05	97,323.83
IGV	S/.	19,484.76	18,178.45	17,361.19	15,142.73	19,060.43	18,440.72	19,434.92	17,920.87	17,144.29	17,143.86	17,096.09	18,007.57	17,518.29
TOTAL Mes Actual S.A.	S/.	127,733.45	119,169.84	113,812.24	99,269.01	124,951.70	120,889.20	127,406.71	117,481.25	112,390.32	112,387.50	112,074.37	118,049.62	114,842.12
Aporte Ley N° 28749	S/.	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84
DL 25844 Cal_Sum 2023-08	S/.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3,466.76
Redondeo Mes Anterior	S/.	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.17	0.35	0.35	0.15
Redondeo Mes Actual	S/.	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.43	-0.15	-0.15	-0.40
TOTAL Mes Actual	S/.	130,002.49	121,438.88	116,081.28	101,538.05	127,220.74	123,158.24	129,675.75	119,750.29	114,659.36	114,656.08	114,343.41	120,318.66	113,643.95

Anexo 8. Resumen de facturaciones de energía – Predio 435

Conceptos - Predio 435	Unidad	Oct 22	Nov 22	Dic 22	Ene 23	Feb 23	Mar 23	Abr 23	May 23	Jun 23	Jul 23	Ago 23	Set 23	Oct 23
Reposic. y Mant. de Conex	S/.	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	19.87	22.26	20.22	22.26
Cargo Fijo	S/.	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.50	4.50	4.47	4.42	4.47
Energía Activa FP	kWh	164,352.00	162,804.00	177,796.00	123,120.00	180,332.00	165,272.00	174,488.00	154,404.00	161,840.00	161,840.00	166,012.00	183,752.00	172,504.00
Precio Unitario Energía Activa FP	-	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27
IMP - Energ. Activa Fuera Punta	S/.	46,363.70	45,927.01	50,156.25	34,732.15	50,871.66	46,623.23	49,223.06	43,557.37	45,655.06	45,655.06	46,831.99	48,859.66	45,868.81
Energía Activa HP	kWh	39,936.00	33,732.00	42,088.00	29,284.00	39,936.00	36,528.00	36,760.00	34,796.00	34,176.00	34,176.00	37,464.00	37,304.00	38,756.00
Precio Unitario Energía Activa HP	-	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.34	0.34	0.32	0.32	0.32
IMP - Energ. Activa Horas Punta	S/.	12,679.68	10,709.91	13,362.94	9,297.67	12,679.68	11,597.64	11,671.30	11,047.73	11,489.97	11,489.97	11,894.82	11,844.02	12,305.03
Energía Reactiva	kVARh	16.00	184.00	96.00	3,780.00	120.00	0.00	11,036.00	13,608.00	124.00	124.00	8,688.00	12,860.00	4,344.00
Energía Reactiva	kVARh	-61,270.40	-58,776.80	-65,869.20	-41,941.20	-65,960.40	-60,540.00	-52,338.40	-43,152.00	-58,680.80	-58,680.80	-52,354.80	-53,456.80	-59,034.00
Precio Unitario Energía Reactiva	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
IMP - Energía Reactiva	S/.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Demanda HP	kW	380.00	382.40	392.00	386.40	398.40	398.40	405.20	402.40	372.00	372.00	373.60	388.00	391.60
Precio Unitario Potencia de Generación HP	-	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53	54.53
IMP - Potencia de Generación HP	S/.	20,721.67	20,852.54	21,376.03	21,070.66	21,725.03	21,725.03	22,095.84	21,943.15	20,285.42	20,285.42	20,372.67	21,157.91	21,354.22
Pot. Uso Redes Distrib. H	KW	395.00	396.00	397.00	398.00	399.00	400.00	401.00	402.00	403.00	404.00	405.00	406.00	407.00
Precio Unitario Pot. Uso Redes Distrib. H	-	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.65	17.79	17.79	17.65	17.43	17.65
IMP - Pot. Uso Redes Distrib. H	S/.	6,970.64	6,988.29	7,005.94	7,023.59	7,041.23	7,058.88	7,076.53	7,094.17	7,169.37	7,187.16	7,147.12	7,076.99	7,182.41
Alumbrado Público	S/.	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00	1,960.00
Servicio Postal	S/.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
SUBTOTAL Mes Actual sin IGV	S/.	88,725.42	86,467.48	93,890.90	74,113.80	94,307.33	88,994.51	92,056.46	85,632.16	86,589.59	86,604.99	88,236.32	90,926.21	88,700.21
IGV	S/.	15,970.58	15,564.15	16,900.36	13,340.48	16,975.32	16,019.01	16,570.16	15,413.79	15,586.13	15,588.90	15,882.54	16,366.72	15,966.04
TOTAL Mes Actual S.A.	S/.	104,696.00	102,031.63	110,791.26	87,454.29	111,282.65	105,013.53	108,626.63	101,045.95	102,175.71	102,193.88	104,118.86	107,292.93	104,666.25
Aporte Ley N° 28749	S/.	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84	2,268.84
DL 25844 Cal_Sum 2023-08	S/.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3,466.76
Redondeo Mes Anterior	S/.	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.17	0.35	0.35	0.15
Redondeo Mes Actual	S/.	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.43	-0.15	-0.15	-0.40
TOTAL Mes Actual	S/.	106,965.04	104,300.67	113,060.30	89,723.33	113,551.69	107,282.57	110,895.67	103,314.99	104,444.75	104,462.46	106,387.90	109,561.97	103,468.08

Anexo 9. Listado de equipos – Predio 440

ITEM	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	PROM. VOLTAJE	PROM. AMPERAJE	POTENCIA (kW)	CONSUMO KW/H
1	EXTRUSORA N°01	YAOTA	224.00	52.43	11.75	18.08
2	EXTRUSORA N°02	CARNEVALLI	387.33	102.37	39.65	61.05
3	EXTRUSORA N°03	CARNEVALLI	387.67	103.50	40.12	61.78
4	EXTRUSORA N°04	CARNEVALLI	388.00	99.80	38.72	59.62
5	EXTRUSORA N°05	MAGNUS	389.33	93.53	36.42	56.07
6	EXTRUSORA N°06	CARNEVALLI	388.33	99.83	38.77	59.69
7	EXTRUSORA N°07	MAGNUS	388.67	99.83	38.80	59.74
8	EXTRUSORA N°08	CARNEVALLI	389.00	101.67	39.55	60.89
9	EXTRUSORA N°09	RULLI STANDARD	388.33	75.63	29.37	45.22
10	EXTRUSORA N°10	DE BAJA	0.00	0.00	0.00	0.00
11	EXTRUSORA N°11	DE BAJA	0.00	0.00	0.00	0.00
12	EXTRUSORA N°12	HGR	387.00	90.92	35.18	54.17
13	EXTRUSORA N°13	CARNEVALLI	389.00	214.80	83.56	128.65
14	MULTISAC N°02	POLIMAQ	217.00	28.40	6.16	9.49
15	MULTISAC N°03	POLIMAQ	218.33	26.93	5.88	9.05
16	MULTISAC N°04	POLIMAQ	217.67	29.87	6.50	10.01
17	MULTISAC N°05	POLIMAQ	216.67	33.13	7.18	11.05
18	MULTISAC N°06	POLIMAQ	216.00	28.80	6.22	9.58
19	MULTISAC N°07	POLIMAQ	222.33	28.37	6.31	9.71
20	MULTISAC N°08	POLIMAQ	222.00	29.93	6.65	10.23
21	MULTISAC N°09	POLIMAQ	221.33	32.40	7.17	11.04
22	MULTISAC N°10	POLIMAQ	88.33	31.23	2.76	4.25

23	POLIBLOCK N°01	POLIMAQ	223.00	18.87	4.21	6.48
24	POLIBLOCK N°02	POLIMAQ	223.67	21.30	4.76	7.34
25	POLIBLOCK N°03	POLIMAQ	222.00	19.13	4.25	6.54
26	POLIBLOCK N°04	POLIMAQ	223.00	20.20	4.50	6.94
27	POLIBLOCK N°05	POLIMAQ	223.67	19.37	4.33	6.67
28	POLIBLOCK N°08	POLIMAQ	223.00	21.43	4.78	7.36
29	POLIBLOCK N°09	POLIMAQ	223.33	21.47	4.79	7.38
30	POLIBLOCK N°11	POLIMAQ	224.33	21.53	4.83	7.44
31	HECE N°01	HECE	220.00	30.90	6.80	10.47
32	HECE N°02	HECE	220.00	30.77	6.77	10.42
33	HECE N°03	HECE	153.67	34.33	5.28	8.12
34	HECE N°04	HECE	223.67	33.97	7.60	11.70
35	SN. N°01	NACIONAL	220.00	9.53	2.10	3.23
36	SN. N°02	NACIONAL	221.00	9.17	2.03	3.12
37	SN. N°03	NACIONAL	220.67	10.00	2.21	3.40
38	SN. N°04	NACIONAL	221.67	9.63	2.14	3.29
39	SN. N°05	NACIONAL	221.33	9.10	2.01	3.10
40	SN. N°06	NACIONAL	221.67	9.20	2.04	3.14
41	SN. N°07	NACIONAL	221.33	9.53	2.11	3.25

Anexo 10. Listado de equipos – Predio 427 y 435

ITEM	NOMBRE DE EQUIPO	MARCA	PROM. VOLTAJE	PROM. AMPERAJE	POTENCIA (KW)	CONSUMO KW/H
1	EXTRUSORA N°01	WEG CESTARI	397.67	31.83	12.66	19.49
2	EXTRUSORA N°02	WEG CESTARI	397.67	40.90	16.26	25.04
3	EXTRUSORA N°03	YAOTA	216.67	62.97	13.64	21.01
4	EXTRUSORA N°04	WEG W22 MAGNET	395.00	50.63	20.00	30.79
5	EXTRUSORA N°05	WEG W22 MAGNET	395.33	54.07	21.37	32.91
6	EXTRUSORA N°06	CARNEVALLI	395.33	52.17	20.62	31.75
7	EXTRUSORA N°07	CARNEVALLI	395.00	51.07	20.17	31.06
8	EXTRUSORA N°08	ZAMBELLO	216.33	51.90	11.23	17.29
9	EXTRUSORA N°09	YAOTA	215.67	57.87	12.48	19.22
10	EXTRUSORA N°10	YAOTA	217.67	44.40	9.66	14.88
11	EXTRUSORA N°11	ZAMBELLO	216.67	60.27	13.06	20.11
12	EXTRUSORA N°12	ZAMBELLO	216.00	59.57	12.87	19.81
13	EXTRUSORA N°13	ZAMBELLO	217.33	61.33	13.33	20.52
14	EXTRUSORA N°14	WEG CESTARI	400.00	55.13	22.05	33.96
15	EXTRUSORA N°15	WEG CESTARI	400.33	58.33	23.35	35.96
16	EXTRUSORA N°16	WEG CESTARI	400.67	68.60	27.49	42.32
17	EXTRUSORA N°17	WEG CESTARI	401.33	54.80	21.99	33.86
18	EXTRUSORA N°18	DE BAJA	0.00	0.00	0.00	0.00
19	EXTRUSORA N°19	WEG CESTARI	398.33	32.27	12.85	19.79
20	EXTRUSORA N°20	WEG CESTARI	400.67	33.60	13.46	20.73
21	EXTRUSORA N°21	WEG CESTARI	400.00	33.20	13.28	20.45
22	EXTRUSORA N°22	ZAMBELLO	216.67	65.73	14.24	21.93
23	EXTRUSORA N°23	ZAMBELLO	217.67	61.80	13.45	20.71

24	POLIBLOCK N°06	POLIMAQ	217.33	22.60	4.91	7.56
25	POLIBLOCK N°07	POLIMAQ	218.67	23.87	5.22	8.04
26	POLIBLOCK N°08	POLIMAQ	218.33	22.97	5.01	7.72
27	SN. N°01	NACIONAL	218.33	9.60	2.10	3.23
28	SN. N°02	NACIONAL	218.67	10.80	2.36	3.64
29	SN. N°03	NACIONAL	218.33	10.67	2.33	3.59
30	SN. N°04	NACIONAL	217.00	12.73	2.76	4.25
31	SN. N°05	NACIONAL	216.67	10.53	2.28	3.51
32	SN. N°06	NACIONAL	216.67	12.07	2.61	4.03
33	SN. N°07	NACIONAL	217.33	9.20	2.00	3.08
34	SN. N°08	NACIONAL	218.67	7.43	1.63	2.50
35	SN. N°09	NACIONAL	217.67	10.60	2.31	3.55
36	SN. N°10	NACIONAL	217.00	9.33	2.03	3.12
37	SN. N°11	NACIONAL	217.67	11.33	2.47	3.80
38	SN. N°12	NACIONAL	218.67	11.70	2.56	3.94
39	SN. N°13	NACIONAL	218.33	12.20	2.66	4.10
40	SN. N°14	NACIONAL	220.33	53.60	11.81	18.18
41	SN. N°15	NACIONAL	220.00	13.10	2.88	4.44
42	SN. N°16	NACIONAL	220.67	58.80	12.98	19.98
43	SN. N°17	NACIONAL	219.33	9.67	2.12	3.26
44	SN. N°18	NACIONAL	220.33	11.60	2.56	3.94
45	SN. N°19	NACIONAL	220.33	9.43	2.08	3.20
46	SN. N°20	NACIONAL	220.67	10.93	2.41	3.71
47	SN. N°21	NACIONAL	219.33	9.70	2.13	3.28
48	SN. N°22	NACIONAL	219.00	9.40	2.06	3.17
49	SN. N°23	NACIONAL	219.00	9.47	2.07	3.19
50	SN. N°24	NACIONAL	219.67	10.40	2.28	3.52
51	SN. N°25	NACIONAL	219.33	11.27	2.47	3.80
52	SN. N°26	NACIONAL	219.67	10.20	2.24	3.45
53	SN. N°27	NACIONAL	220.00	11.33	2.49	3.84
54	SN. N°28	NACIONAL	12.60	6.67	0.08	0.13
55	SN. N°29	NACIONAL	220.33	12.33	2.72	4.18

56	SN. N°30	NACIONAL	219.33	10.87	2.38	3.67
57	SN. N°31	NACIONAL	219.00	10.80	2.37	3.64
58	SN. N°32	NACIONAL	217.67	10.97	2.39	3.68
59	SN. N°33	NACIONAL	217.67	11.00	2.39	3.69
60	SN. N°34	NACIONAL	217.67	11.00	2.39	3.69
61	SN. N°35	NACIONAL	218.00	12.60	2.75	4.23
62	SN. N°36	NACIONAL	216.67	12.20	2.64	4.07
63	SN. N°37	NACIONAL	217.67	10.87	2.37	3.64
64	SN. N°38	NACIONAL	217.67	10.73	2.34	3.60
65	SN. N°39	NACIONAL	218.33	10.40	2.27	3.50
66	SN. N°40	NACIONAL	217.67	9.16	1.99	3.07
67	SN. N°41	NACIONAL	217.33	10.27	2.23	3.44
68	SN. N°42	NACIONAL	217.67	10.60	2.31	3.55
69	SN. N°43	NACIONAL	219.67	11.00	2.42	3.72
70	SN. N°44	NACIONAL	220.00	11.40	2.51	3.86
71	SN. N°45	NACIONAL	220.33	11.67	2.57	3.96
72	SN. N°46	NACIONAL	220.33	10.43	2.30	3.54
73	SN. N°47	NACIONAL	220.33	12.07	2.66	4.09
74	SN. N°48	NACIONAL	220.00	12.03	2.65	4.08
75	SN. N°49	NACIONAL	219.67	9.93	2.18	3.36
76	SN. N°50	NACIONAL	220.00	10.60	2.33	3.59
77	SN. N°51	NACIONAL	875.67	11.17	9.78	15.06
78	SN. N°52	NACIONAL	218.00	9.23	2.01	3.10
79	SN. N°53	NACIONAL	218.33	10.67	2.33	3.59
80	SN. N°54	NACIONAL	218.00	10.97	2.39	3.68
81	SN. N°55	NACIONAL	217.67	10.67	2.32	3.57
82	SN. N°56	NACIONAL	218.70	10.53	2.30	3.55
83	SN. N°57	NACIONAL	218.67	8.06	1.76	2.71
84	SN. N°58	NACIONAL	217.67	10.40	2.26	3.49
85	SN. N°59	NACIONAL	874.33	10.40	9.09	14.00
86	SN. N°60	NACIONAL	218.33	10.77	2.35	3.62
87	SN. N°61	NACIONAL	217.67	8.87	1.93	2.97

88	SN. N°62	NACIONAL	218.33	9.77	2.13	3.28
89	SN. N°63	NACIONAL	218.33	9.47	2.07	3.18
90	SN. N°64	NACIONAL	218.33	9.60	2.10	3.23
91	SN. N°65	NACIONAL	851.67	9.80	8.35	12.85

Anexo 11. Listado de consumo mensual de cuchilla de selladoras nacionales – Predio 427

SELLADORA	T (°C)	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	CUCHILLA (A)	POTEN CIA (KW)	ENERGÍA kWh (MES)
SN. N°1	240	213.50	12.20	8.56	1.83	65.79
SN. N°2	263	213.10	14.78	7.21	1.54	55.31
SN. N°3	267	212.20	12.68	8.24	1.75	62.95
SN. N°4	246	212.50	15.21	8.66	1.84	66.25
SN. N°5	242	210.70	13.52	8.47	1.78	64.25
SN. N°6	259	217.20	15.14	7.12	1.55	55.67
SN. N°7	235	214.00	14.76	8.54	1.83	65.79
SN. N°8	234	213.40	12.20	8.12	1.73	62.38
SN. N°9	239	212.80	14.12	6.55	1.39	50.18
SN. N°10	230	215.90	13.48	7.41	1.60	57.59
SN. N°11	261	216.20	12.48	8.36	1.81	65.07
SN. N°12	276	215.00	13.22	9.12	1.96	70.59
SN. N°13	277	215.40	12.10	7.86	1.69	60.95
SN. N°14	279	214.00	11.88	7.58	1.62	58.40
SN. N°15	272	213.80	11.21	8.88	1.90	68.35
SN. N°16	242	214.50	12.44	7.74	1.66	59.77
SN. N°17	273	213.00	12.98	7.92	1.69	60.73
SN. N°18	267	212.60	13.41	8.60	1.83	65.82
SN. N°19	256	214.00	11.86	8.96	1.92	69.03
SN. N°20	261	212.90	10.93	5.12	1.09	39.24
SN. N°21	277	211.80	9.70	8.10	1.72	61.76
SN. N°22	247	211.50	9.40	6.88	1.46	52.38
SN. N°23	263	214.00	9.47	7.43	1.59	57.24
SN. N°24	254	212.80	10.40	7.84	1.67	60.06
SN. N°25	280	213.70	11.27	8.65	1.85	66.55
SN. N°26	253	212.50	10.20	8.42	1.79	64.41
SN. N°27	256	213.10	11.33	8.11	1.73	62.22
SN. N°28	281	213.00	6.67	6.78	1.44	51.99

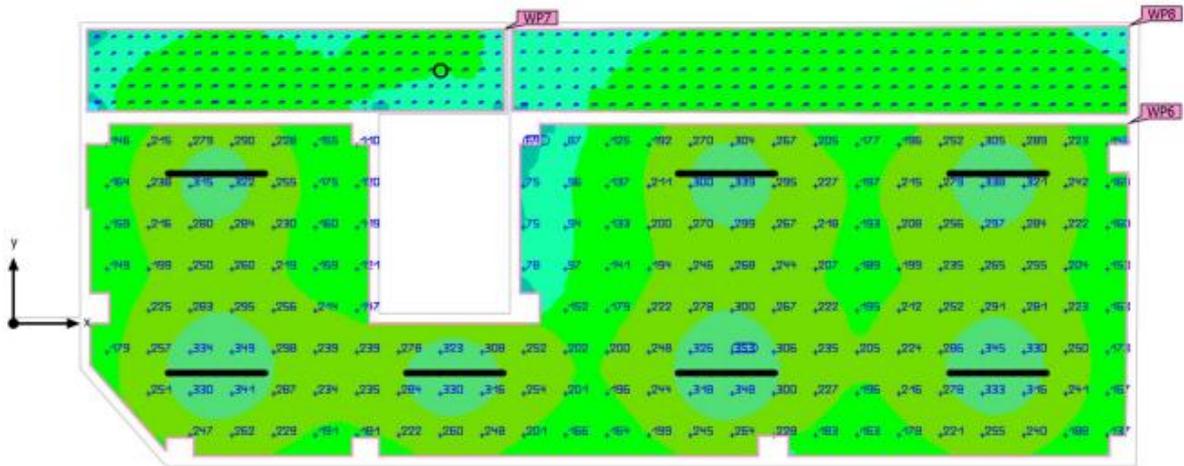
SN. N°29	252	214.60	12.33	7.46	1.60	57.63
SN. N°30	271	215.00	10.87	7.32	1.57	56.66
SN. N°31	248	216.50	10.80	8.62	1.87	67.18
SN. N°32	241	213.00	10.97	8.44	1.80	64.72
SN. N°33	276	213.60	11.00	8.92	1.91	68.59
SN. N°34	240	214.20	11.00	7.53	1.61	58.07
SN. N°35	253	212.20	12.60	7.26	1.54	55.46
SN. N°36	248	214.10	12.20	8.16	1.75	62.89
SN. N°37	283	213.60	10.87	8.23	1.76	63.29
SN. N°38	239	216.40	10.73	6.72	1.45	52.35
SN. N°39	251	215.00	10.40	7.26	1.56	56.19
SN. N°40	275	212.80	9.16	7.58	1.61	58.07
SN. N°41	248	214.00	10.27	8.54	1.83	65.79
SN. N°42	248	213.30	10.60	8.18	1.74	62.81
SN. N°43	256	214.60	11.00	7.30	1.57	56.40
SN. N°44	255	212.20	11.40	8.50	1.80	64.93
SN. N°45	235	215.00	14.93	6.55	1.41	50.70
SN. N°46	252	213.30	12.88	8.42	1.80	64.66
SN. N°47	243	214.20	15.70	7.44	1.59	57.37
SN. N°48	245	214.50	13.42	7.20	1.54	55.60
SN. N°49	254	215.20	12.62	6.78	1.46	52.53
SN. N°50	260	212.60	11.52	8.42	1.79	64.44
SN. N°51	287	213.20	12.00	8.67	1.85	66.54
SN. N°52	261	216.00	12.00	8.88	1.92	69.05
SN. N°53	285	213.10	11.74	8.80	1.88	67.51
SN. N°54	254	212.40	14.40	7.88	1.67	60.25
SN. N°55	280	213.60	12.47	7.21	1.54	55.44
SN. N°56	274	216.40	11.24	7.68	1.66	59.83
SN. N°57	273	212.00	11.86	8.47	1.80	64.64
SN. N°58	285	215.80	15.40	7.41	1.60	57.57
SN. N°59	280	213.40	13.52	7.80	1.66	59.92
SN. N°60	273	214.80	13.20	8.56	1.84	66.19

SN. N°61	276	215.20	11.12	8.40	1.81	65.08
SN. N°62	280	214.40	7.45	8.63	1.85	66.61
SN. N°63	280	211.80	8.04	4.71	1.00	35.91
SN. N°64	280	212.40	9.85	8.32	1.77	63.62
SN. N°65	255	213.60	10.06	7.23	1.54	55.60
TOTAL					109.19	3930.81

Anexo 12. Listado de consumo mensual de cuchilla de selladoras nacionales – Predio 440

Selladora	T (°C)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Motor de Fajas (A)	Potencia (kW)	Energía (kWh-Mes)
SN. N°1	255	220.00	9.53	1.37	0.020	0.725
SN. N°2	260	221.00	9.17	1.12	0.016	0.570
SN. N°3	245	220.67	10.00	1.25	0.019	0.694
SN. N°4	250	221.67	9.63	1.62	0.024	0.866
SN. N°5	250	221.33	9.10	1.14	0.016	0.576
SN. N°6	252	221.67	9.20	1.29	0.018	0.659
SN. N°7	258	221.33	9.53	1.53	0.022	0.809
TOTAL					0.136	4.898

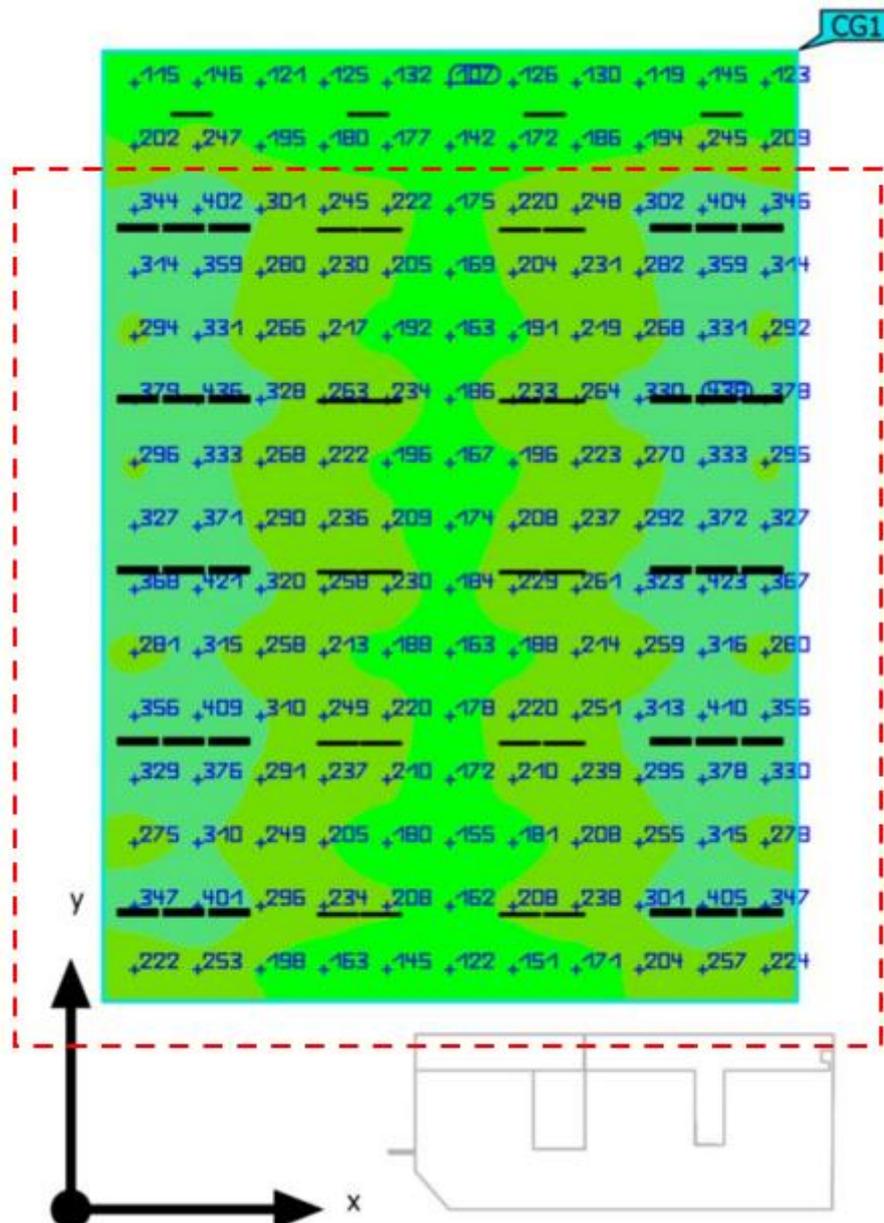
Anexo 13. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Sellado nacional - PREDIO 440



Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Sellado Nacional) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	232 lx (≥ 150 lx) ✓	68.8 lx	362 lx	0.30 (≥ 0.18) ✓	0.19	WP6

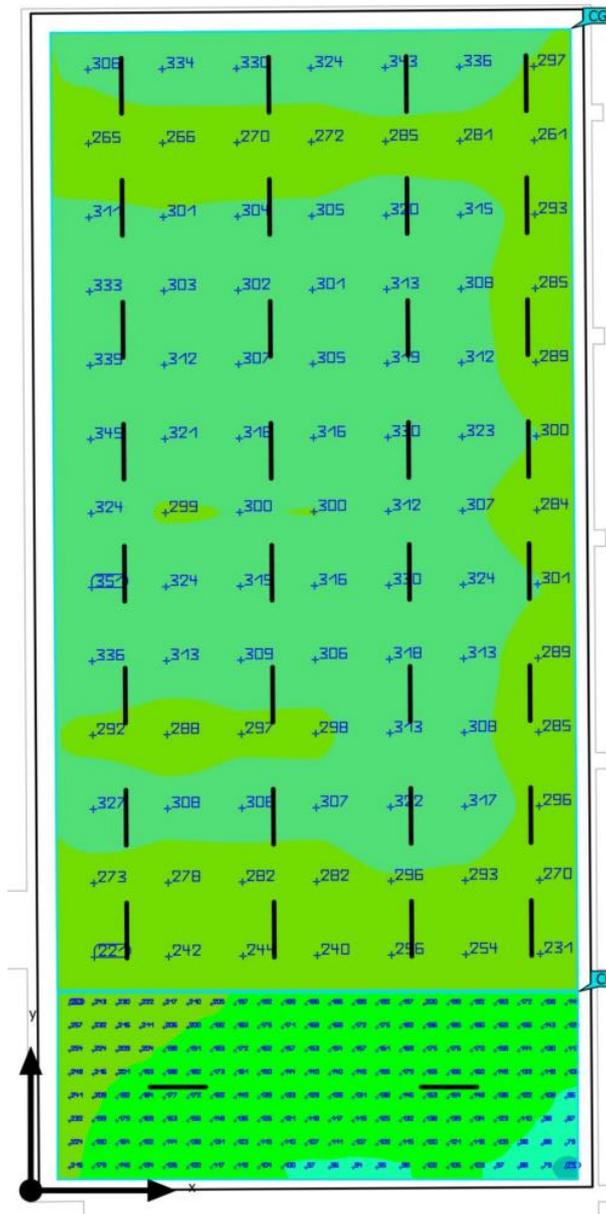
Anexo 14. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Sellado industrial 1 - PREDIO 440



Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Sellado Industrial 1 Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	255 lx	107 lx	438 lx	0.42	0.24	CG1

Anexo 15. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Sellado industrial 2 - PREDIO 440

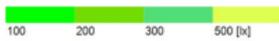
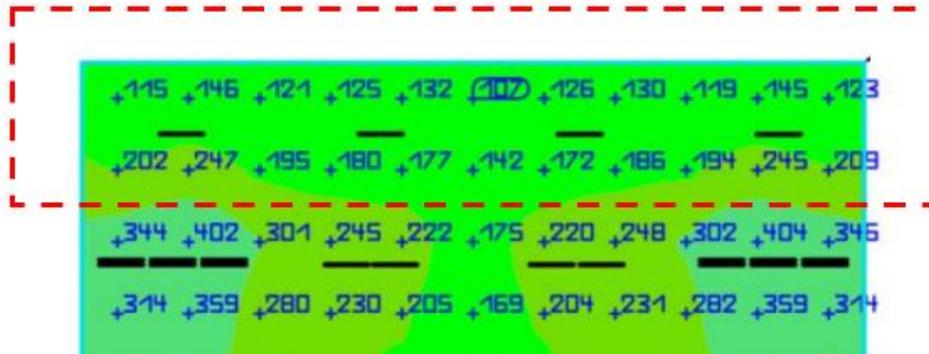
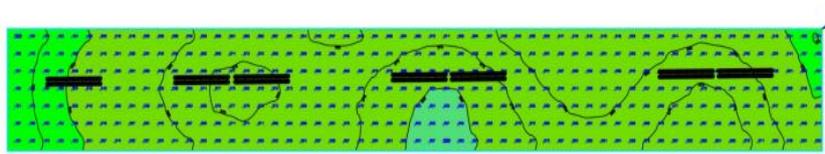


Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Sellado industrial 2 Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	301 lx	221 lx	351 lx	0.73	0.63	CG3
Pasillo Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	156 lx	71.3 lx	263 lx	0.46	0.27	CG4

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Industria química, industria del plástico y de la goma (5.10.3 Puestos de trabajo permanentemente ocupados en instalaciones de técnica de procesos)

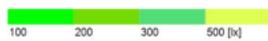
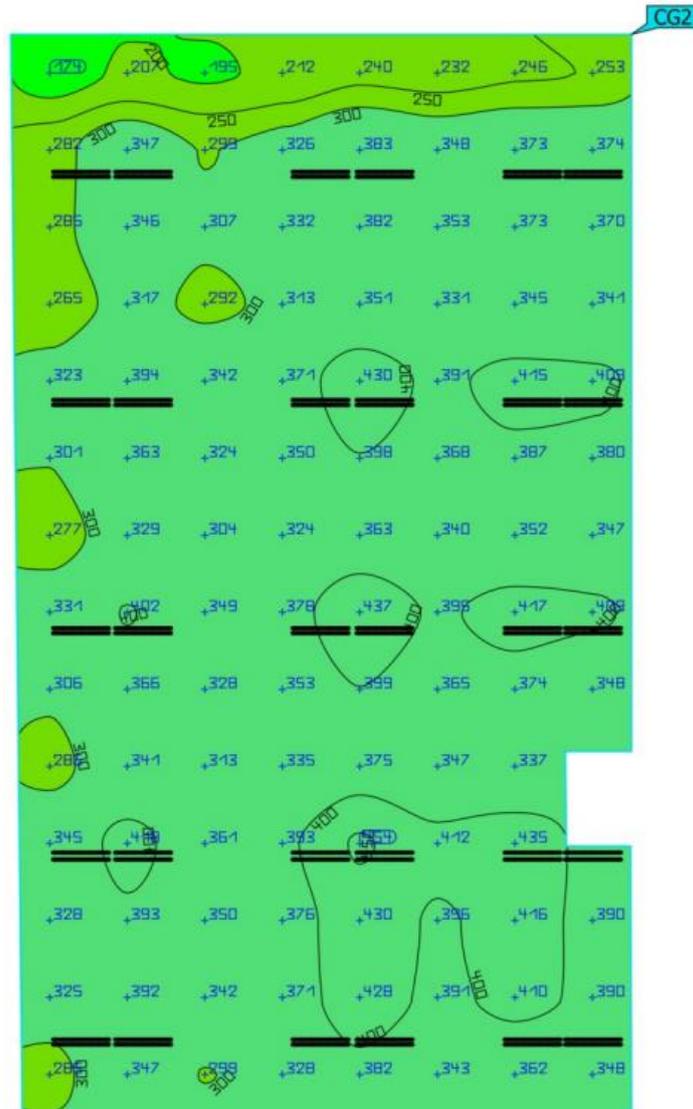
Anexo 16. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Extrusión - PREDIO 440



Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Area Extrusión Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	251 lx	153 lx	309 lx	0.61	0.50	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

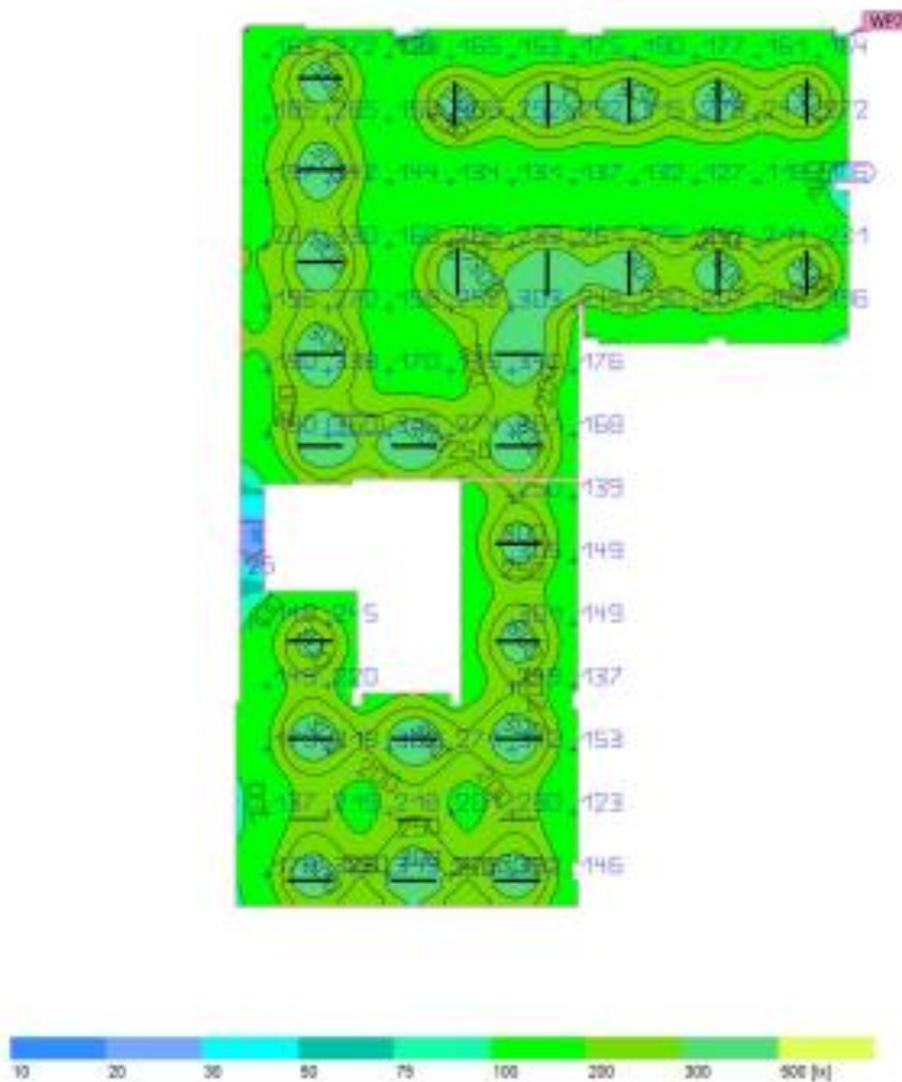
Anexo 17. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Almacén - PREDIO 440



Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Almacen Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	348 lx	174 lx	454 lx	0.50	0.38	CG2

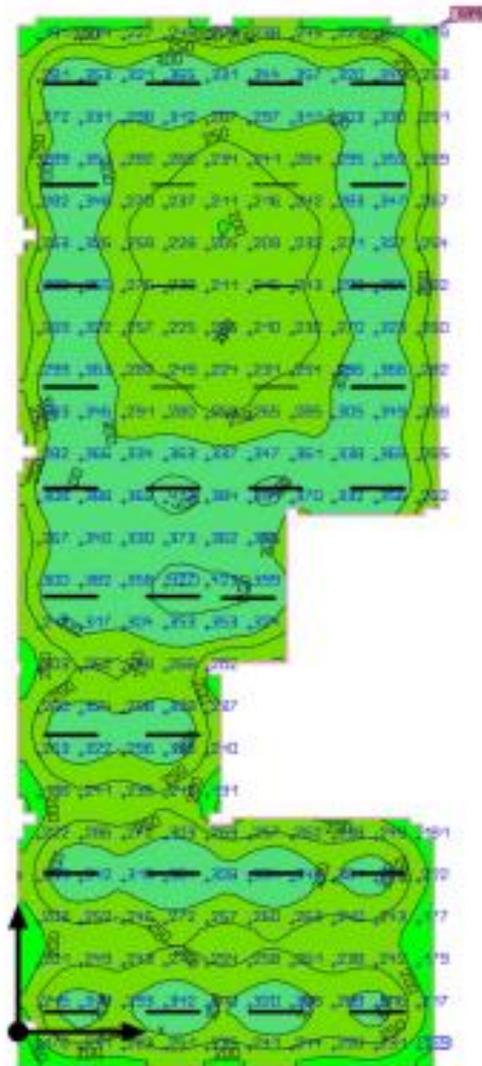
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Anexo 18. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Sellado nacional 1 - PREDIO 427



Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁ (Nominal)	g ₂	Índice
Plano útil (Area 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	220 lx (≥ 150 lx)	19.0 lx	390 lx	0.086 (≥ 0.080)	0.049	WP7

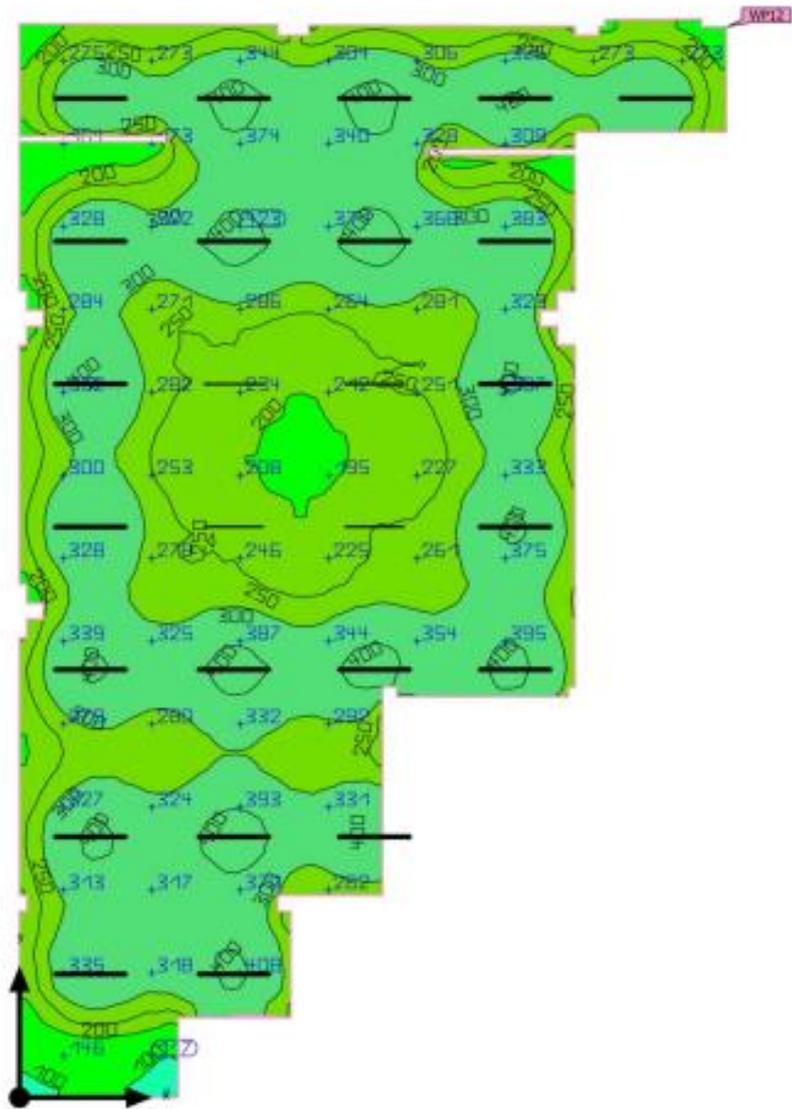
Anexo 19. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Sellado nacional 2 - PREDIO 427



Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{máx}	g ₁ (Nominal)	g ₂	Índice
Plano útil (Area 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	283 lx	125 lx	438 lx	0.44 (≥ 0.40)	0.29	WP6

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Industria química, industria del plástico y de la goma (5.10.2 Instalaciones de técnica de procesos con intervenciones manuales ocasionales)

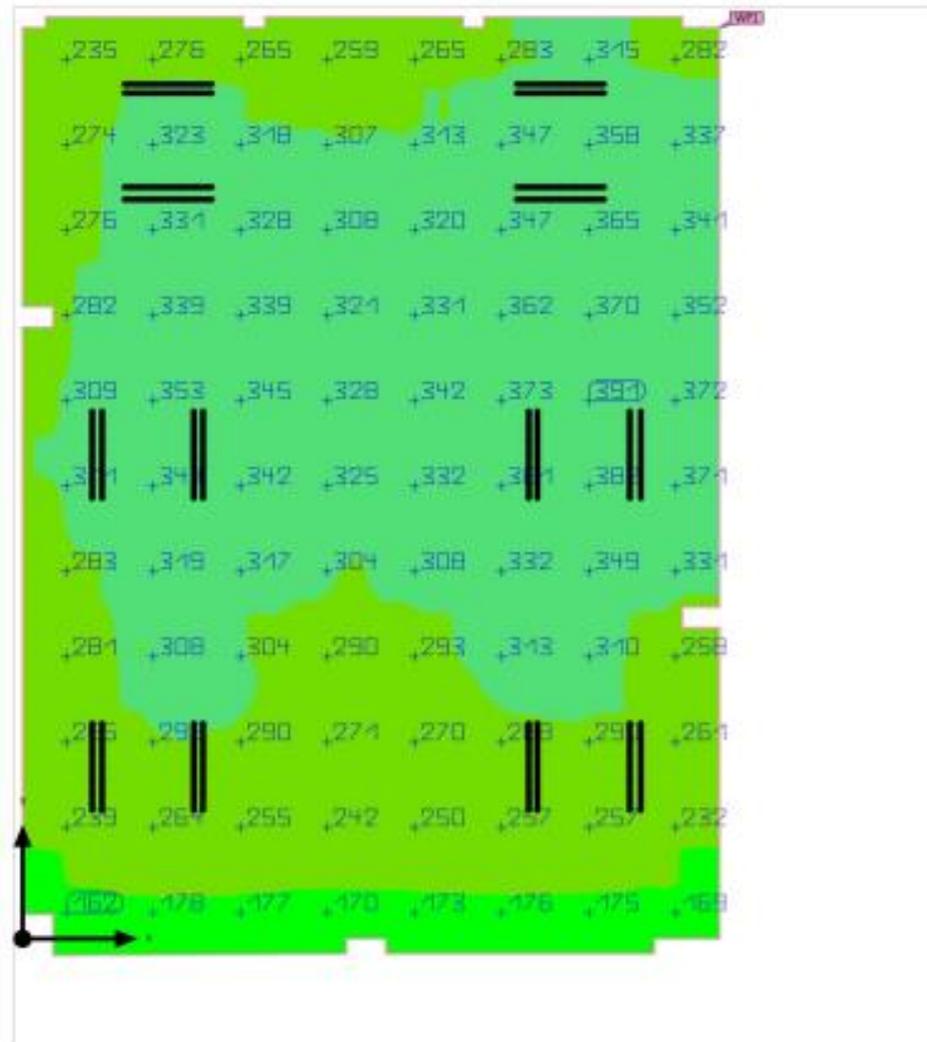
Anexo 20. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Sellado nacional 3 - PREDIO 427



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Area 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	300 lx (≥ 300 lx)	73.3 lx	443 lx	0.24 (≥ 0.20)	0.17	WP12

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Industria química, industria del plástico y de la goma (5.10.3 Puestos de trabajo permanentemente ocupados en instalaciones de técnica de procesos)

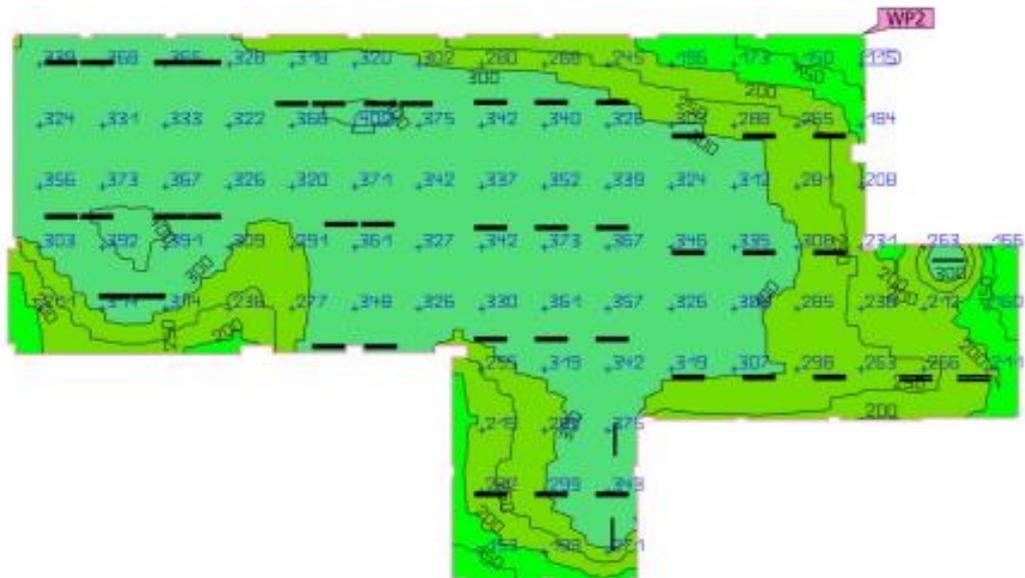
Anexo 21. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Sellado industrial - PREDIO 427



Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{máx}	g ₁ (Nominal)	g ₂	Índice
Plano útil (Sellado Industrial) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	299 lx (≥ 300 lx)	160 lx	393 lx	0.54 (≥ 0.40)	0.41	WP1

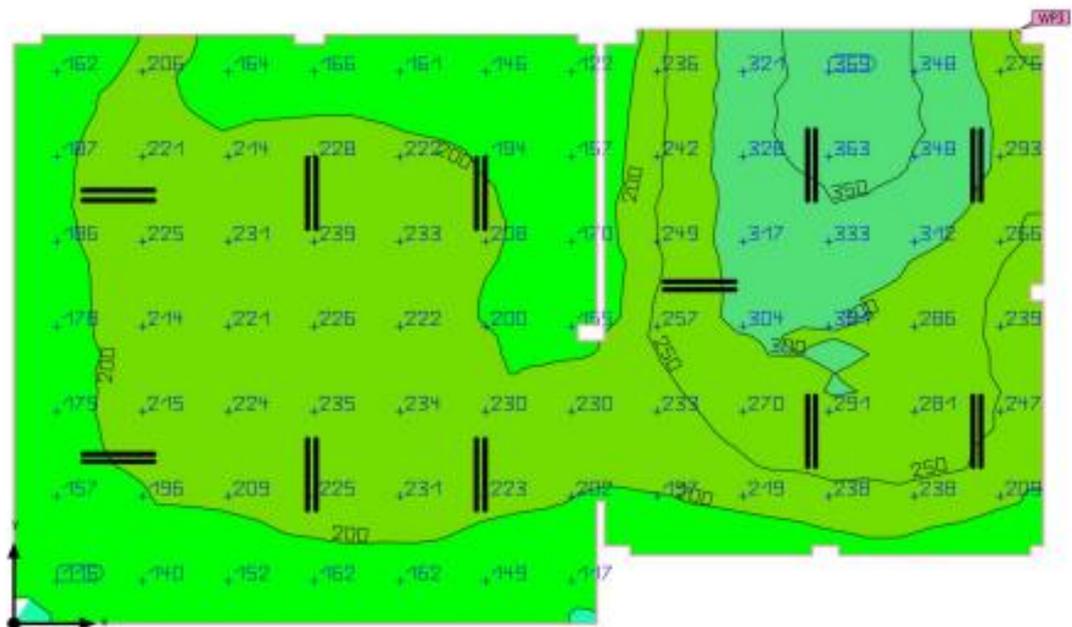
Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Industria química, industria del plástico y de la goma (5.10.3 Puestos de trabajo permanentemente ocupados en instalaciones de técnica de procesos)

Anexo 22. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Extrusión - PREDIO 427



Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁ (Nominal)	g ₂	Índice
Plano útil (Extrusión) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.100 m	301 lx	103 lx	413 lx	0.34 (≥ 0.35)	0.25	WP2

Anexo 23. Simulación de dimensionamiento de iluminarias con software DIALUX para Área Almacén - PREDIO 427



Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{máx}	g ₁ (Nominal)	g ₂	Índice
Plano útil (Almacén) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	226 lx (≥ 150 lx)	94.4 lx	374 lx	0.42 (≥ 0.40)	0.25	WP3

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: almacenamiento en estantería (alta) (5.5.2 Vías de circulación con tránsito de personas)

Anexo 24. Política de gestión energética

POLÍTICA ENERGÉTICA

La Empresa de plásticos del predio 427 y 440, empresa privada dedicada a la elaboración y comercialización de bolsas plásticas. Consciente de la realidad mundial respecto a uso de los recursos fósiles y cambio climático, asume su responsabilidad como empresa y establece los siguientes compromisos:

1. Fomentar una cultura de ahorro energético, a través de la sensibilización, capacitación e inducción al personal propio, trabajadores de empresas terceras, visitas, clientes y proveedores, con la finalidad de reducir el consumo energético y desarrollar las buenas prácticas en ahorro de energía.
2. Desarrollar una industria energética con el mínimo impacto ambiental. Adicionalmente, que emita pocas emisiones para reducir la huella de carbono.
3. El cumplimiento de los requisitos legales pertinentes en materia de gestión energética, participación del personal respecto al ahorro de energía, y de otras prescripciones que suscriba la organización.
4. Tener un aprovisionamiento energético competitivo. El servicio de electricidad debe ser seguro y continuo, sin perjudicar la correcta operatividad de las áreas productivas y administrativas, garantizando las funciones de sus trabajadores.
5. Brindar un acceso general a las redes de energía eléctrica, para satisfacer las necesidades de sus trabajadores.
6. Obtener la mayor eficiencia posible en el empleo de energía y en la cadena productiva.

ALTA GERENCIA

15 de octubre 2023

Anexo 25. Acta de formación de Comité de Sistema de gestión energética

ACTA DE COMPROMISO DE COMITÉ DE GESTIÓN DE EFICIENCIA ENERGETICA

Acta N°001-2023 – CEE

En favor de promover la gestión de energía para la empresa de plásticos, siendo las ____ del ____ de ____ 20__ (fecha), ubicada en Av. Ciruelos N°427, se han reunido para la instalación del comité de GEE, las siguientes personas:

Miembros representantes del empleador:

1. Supervisor de mantenimiento
2. Analista de producción
3. Asistente SST

Miembros representantes de los trabajadores:

1. Líder operativo Turno 2 – S.I. Predio 440
2. Líder operativo Turno 1 – S.N. Predio 440
3. Auxiliar de producción – Extrusión Predio 427

Habiéndose verificado el quorum, se da inicio a la sesión.

AGENDA

1. Instalación de Comité GEE.
2. Elección del presidente por parte de los miembros titulares.
3. Determinación de la Línea base de consumos energéticos.
4. Establecimiento de la próxima fecha de reunión.

Firma de conformidad de agenda:

Miembro N°01

Miembro N°01

Miembro N°02

Miembro N°02

Miembro N°03

Miembro N°03

Anexo 26. Controles visuales - Afiche informativo de eficiencia energética



Eficiencia Energética

Se define eficiencia energética a la capacidad de realizar un menor consumo de energía sin disminuir la calidad de vida ni las actividades económicas que desarrollamos en el día a día.

¿CÓMO AHORRAR ENERGÍA?

Evitando los **"Consumos Vampiros"**, estos son los consumos que los aparatos eléctricos realizan al estar conectados y sin uso, es por ello que **consumen energía silenciosamente.**

- Desconecta** los dispositivos electrónicos.
- Apaga** las luces cuando no las necesitas.
- Elige** dispositivos de bajo consumo.
- Utiliza** extensiones que contengan interruptores.

Descubre los beneficios de un uso eficiente de la energía:

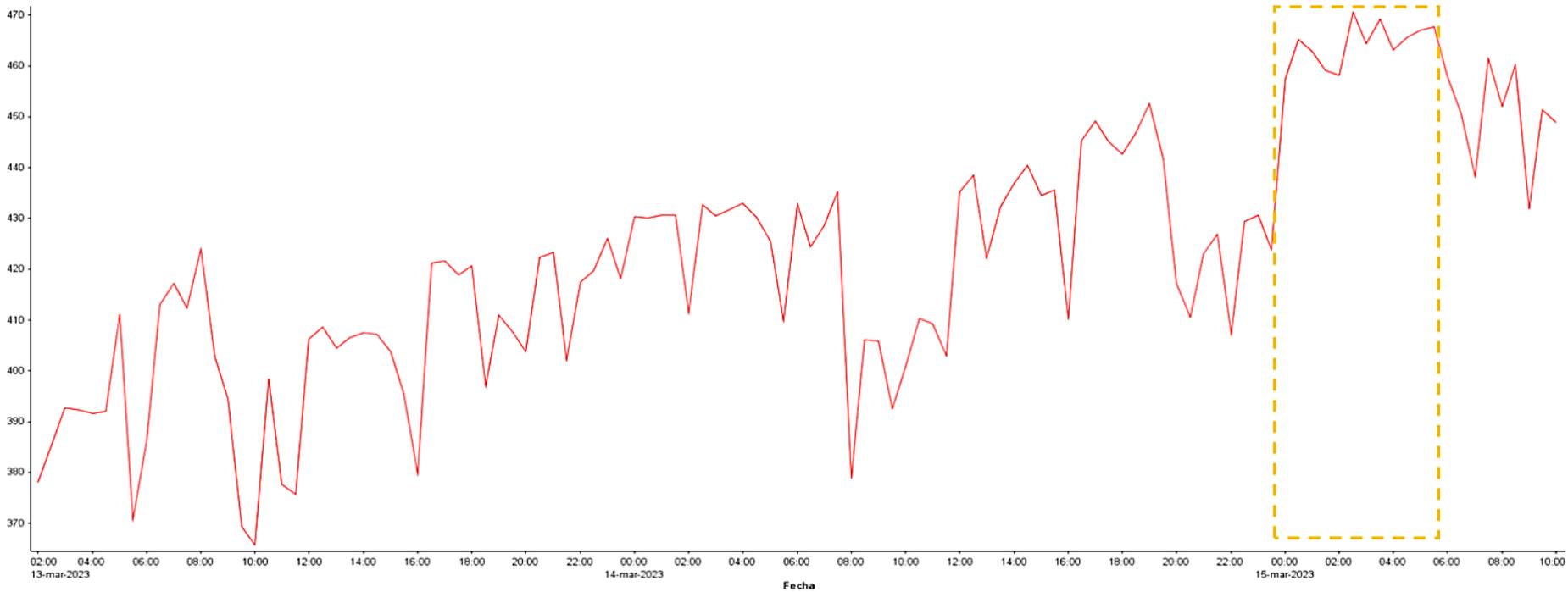
- Sostenibilidad Ambiental
- Mejora de la Calidad del Aire
- Contribución contra el Cambio Climático
- Ahorro de Costos
- Beneficios para la Salud

¡Con pequeños cambios en tu vida diaria, **lograrás un impacto positivo en el Medio Ambiente!**



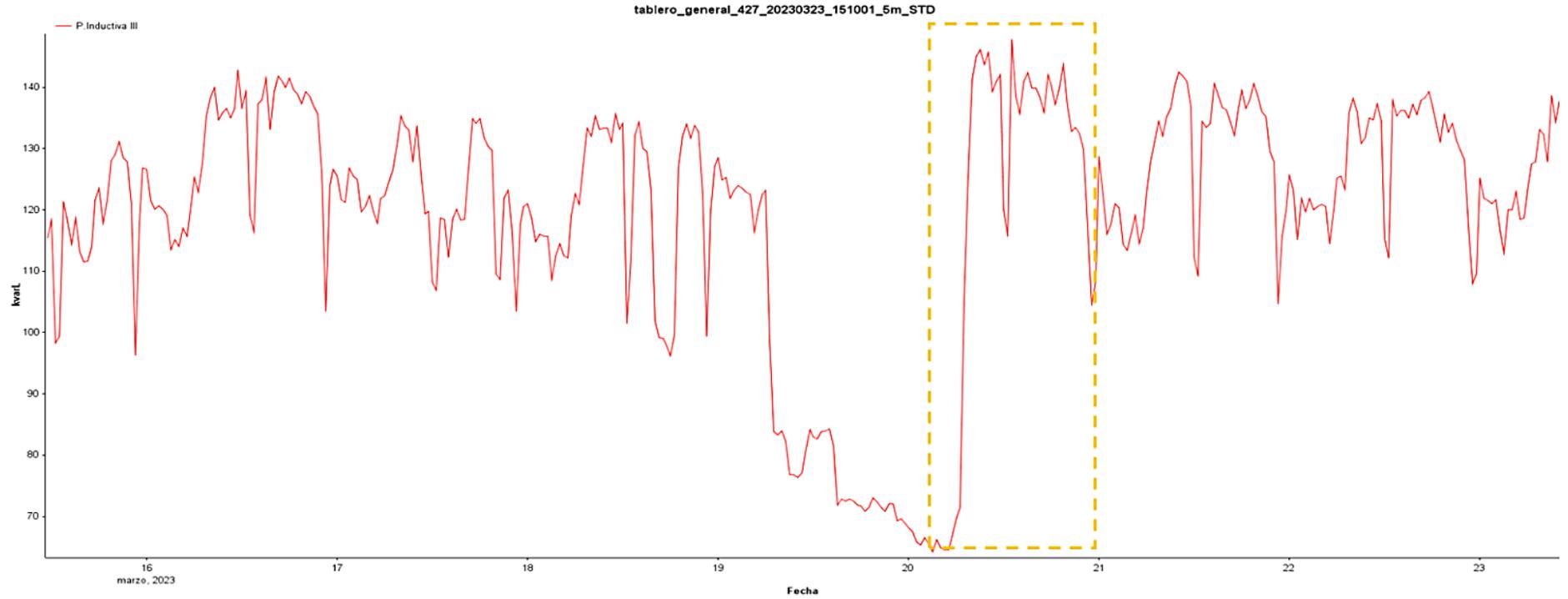
VARIABLE DE POTENCIA REACTIVA (KVAR)

RESULTADOS



VARIABLE DE POTENCIA REACTIVA (KVAR)

RESULTADOS



Anexo 29. Cotización de luminarias TUBO LED VALUE 26W/865 3900LM T5

Consulta de Artículos Registros: 1

Grupo Clasif.	N° Folio	Caducado	Código Artículo	Descripción Del Artículo	Modelo	Marca	UNI	Presentación	Lead Time	Unid Emb
206	102001	<input type="checkbox"/>	1039938	TUBO LED VALUE 26W/865 3900LM T5	LED TUBO T5	LEDVANCE	UN		10	

Stock x Almacén

Almacén	S. Disp.	S. Comp.	S. Real	Tienda	Transito	Transfer.
DANSEY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ARRIOLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CHACRARIOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MIRAFLORES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AREQUIPA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRUJILLO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PIURA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DANSEY OFERTADOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DANSEY OUTLET	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ARRIOLA OUTLET	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Descripción Larga

Tubo recto LED T5, potencia 26W, temperatura de color 6500K, índice de reproducción cromática de 80, flujo luminoso de 3900 lúmenes, 50,000 horas de vida útil tamaño T8 1200 milímetros

Lista de Precios

Moneda	US\$	S/.
Precio Unit.	16,67	63,46
Descuento 1	24,00	
Precio Dscto.	12,67	48,23
Pre. Dscto. Igv.	14,95	56,91

Tipo Artículo: Stock
Tipo Uso: Comercial
Condición: Normal

Procedencia: Nacional Rotación: B

Observación Artículo Seleccionado

Promociones

Anexo 30. Trabajo de campo – medición de consumo de corriente en selladoras hechizas

