

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA
ELÉCTRICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL “EL ÁGUILA S.R.L”
SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA NTP-ISO
50001:2012**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

JORGE LUIS PAIVA PARRAGUEZ

ASESOR

MGTR. LUIS ALBERTO GONZÁLES BAZÁN

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

Esta tesis esta dedicada a:

A mis amados padres, Jorge y Marina quienes han sido mi apoyo constante, los padres con los que Dios me ha bendecido enormemente y quienes estuvieron siempre a mi lado, alentando y apoyando el desarrollo de cada paso de esta tesis, no sólo moral y financieramente sino también espiritualmente con sus sinceras oraciones intercediendo por mí ante el Padre celestial quien por su gracia me concedió las fuerzas para culminar este trabajo, gracias por su amor, comprensión, paciencia, trabajo, cuidado y preocupación constantes por mí.

A mis tíos, tías y abuelos por su aliento permanente.

A todas aquellas personas cuya influencia ha resultado benéfica e inspiradora en el transcurso de mi vida y en especial en el desarrollo de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Conviene que yo declare el profundo agradecimiento que hay en mi corazón al Dios todopoderoso y eterno, creador de los cielos y la tierra, al Dios altísimo, al santo, santo, santo Jehová de los ejércitos, mi amoroso señor que me dio la vida y las fuerzas para culminar esta tesis.

Al Ing. Jorge Paiva Quesquén, mi asesor de campo quien fue una ayuda invaluable para realizar las mediciones con los analizadores de redes y obtener la información de producción de planta.

Al Ing. Jhonny Nahui Ortiz, ingeniero de la empresa MEN Ingenieros SAC por sus valiosos aportes que impulsaron desde el inicio el desarrollo de la presente tesis.

Al profesor Amado Malca Villalobos, profesor de matemáticas de la UNPRG cuyo apoyo y paciencia constantes fueron invaluable para el desarrollo de esta tesis.

A los señores José Estela y Fernando Loayza quienes me dieron la oportunidad de realizar este trabajo de investigación en las instalaciones de su planta industrial.

Al Ing. Luis Gonzales Bazán, asesor de la presente tesis, quien me ha brindado su tiempo y conocimientos sirviéndome de guía para la culminación de esta tesis.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Objetivo General:	19
1.2 Objetivos Específicos:	19
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Estado del arte	20
2.1.1 Surgimiento de los SGen	20
2.1.2 Otros estándares internacionales de Gestión Energética.....	22
2.2 Marco conceptual	24
2.2.1 Energía	24
2.2.2 Consumo de energía.....	24
2.2.3 Uso de la energía.....	24
2.2.4 Desempeño energético	24
2.2.5 Indicador de desempeño energético.....	24
2.2.6 Planificación energética	25
2.2.7 Revisión energética	26
2.2.8 Línea de base energética	26
2.2.9 Gestión energética.....	27
2.2.10 Sistema de Gestión Energética (SGEn).....	28
2.2.11 Beneficios de los SGen para las organizaciones	29
2.3 Norma NTP-ISO 50001:2012	31
2.3.1 Definición	31
2.3.2 Estructura de la norma.....	32
2.3.3 Beneficiarios	33
2.3.4 Certificación	33
2.4 Marco legal.....	34
III. MARCO METODOLÓGICO	36
3.1 Población y muestra.....	36
3.2 Metodología empleada para el diseño del sistema de gestión de la energía eléctrica de la planta industrial “El Águila S.R.L”	36
IV. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	40
4.1 Identificación del escenario actual	40
4.1.1 Descripción del marco contextual de la organización	40
4.1.1.1. Generalidades.....	40

4.1.1.2 Visión, misión, valores, política de calidad y política de seguridad y salud ocupacional	41
4.1.1.3 Estructura jerárquica	42
4.1.1.4 Relación de maquinarias de planta.....	47
4.1.1.5 Potencia instalada de la planta industrial “El Águila S.R.L”	54
4.1.1.6 Productos que se elaboran en la planta industrial “El Águila S.R.L”	56
4.1.1.7 Flujograma del proceso de producción del saco de polipropileno	58
4.1.1.8 Descripción del proceso productivo	59
4.1.1.9 Descripción de las instalaciones eléctricas en media tensión de la planta industrial “El Águila S.R.L”	62
4.1.1.10 Descripción del equipamiento del Puesto de medición y protección	65
4.1.1.11 Descripción del equipamiento de las Sub-Estaciones Eléctricas	66
4.1.2 Análisis inicial de diagnóstico de cumplimiento con los requisitos de la norma NTP-ISO 50001:2012	67
4.1.2.1 Requisitos generales	67
4.1.2.2 Responsabilidad de la dirección.....	68
4.1.2.3 Política energética	72
4.1.2.4 Planificación energética.....	73
4.1.2.5 Implementación y operación.....	76
4.1.2.6 Verificación	79
4.1.2.7 Revisión por la dirección	82
4.1.2.8 Resultado del análisis inicial de diagnóstico	83
4.2 Revisión inicial.....	87
4.2.1 Establecimiento del compromiso con el SGen	87
4.2.1.1 Definición de las responsabilidades de la alta dirección	87
4.2.2.2 Definición del alcance y límites del Sistema de Gestión	88
4.2.2.3 Designación de un representante de la dirección	89
4.2.2.4 Establecimiento de un equipo de gestión de la energía.....	92
Integrantes del equipo de gestión de la energía	92
Funciones de los integrantes del equipo de gestión de la energía	92
Funciones del asistente de la gestión energética.....	93
4.2.2.5 Definición de la política energética.....	95
4.2.2.6 Resultados del establecimiento del compromiso de la alta dirección para con el SGen	96
4.3 Planificación energética	96
4.3.1 Evaluación del desempeño energético	96
4.3.1.1 Identificación de los requisitos legales y otros requisitos	96
4.3.1.2 Análisis del uso y consumo de energía pasado y presente.	99
4.3.1.2-a Análisis de los datos energéticos del año 2016	99
4.3.1.2-b Análisis de los datos energéticos del año 2017.....	104
4.3.1.2-c Análisis de los datos energéticos del año 2018.....	109
4.3.1.2-d Análisis del consumo de energía eléctrica en el periodo enero-2017 a diciembre-2018 en la planta industrial “El Águila S.R.L”	114
4.3.1.2-e Gráfico de consumo de energía eléctrica y producción en el año 2018 para la planta industrial “El Águila S.R.L”	116

4.3.1.2-f Evolución del consumo y costo pasado y presente de la energía eléctrica	118
4.3.1.3 Identificación de los Usuarios significativos de la energía	120
4.3.1.3.1 Censo de cargas.....	123
4.3.1.3.1-a Área de Extrusión	123
4.3.1.3.1-b Área de Tejido.....	128
4.3.1.3.1-c Área de Laminado	132
4.3.1.3.1-d Área de Impresión	133
4.3.1.3.1-e Área de Reciclado.....	135
4.3.1.3.1-f Área de Conversión y Prensa.....	136
4.3.1.3.1-g Área de Aire Comprimido	138
4.3.1.3.1-h Área de Refrigeración de agua de proceso	139
4.3.1.3.1-i Área de Bastillado	143
4.3.1.3.1-j Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior ..	145
4.3.1.3.1-k Área de Iluminación General de Planta	147
4.3.1.3.1-l Resultados del Censo de cargas de las áreas de la planta industrial “El Águila S.R.L”	148
4.3.1.3.2 Diagrama de Pareto de los consumos mensuales de energía eléctrica por área en la Planta Industrial “El Águila S.R.L”	150
4.3.1.3.3 Consumos de energía eléctrica del Área de Extrusión de la planta industrial “El Águila S.R.L”	151
4.3.1.3.4 Matriz de los Usuarios significativos de la energía	154
4.3.1.4 Determinación de la Línea de base energética de planta.....	155
4.3.1.4.1 Estimación del potencial de ahorro por variabilidad operacional	161
4.3.1.5 Determinación de los indicadores de desempeño energético de planta	164
4.3.1.6 Determinación de las Líneas de base energéticas del área de Extrusión de la planta industrial “El Águila S.R.L”	170
4.3.1.7 Determinación de los indicadores de desempeño energético del área de extrusión de la planta industrial “El Águila S.R.L”	173
4.3.1.7 Resumen de las ecuaciones del indicador de desempeño energético, indicadores de referencia y producciones críticas de las máquinas extrusoras	178
4.3.1.8 Identificación de oportunidades de ahorro de energía eléctrica	179
4.3.1.9 Establecimiento de los objetivos, metas y planes energéticos.....	188
4.3.1.10 Resultados de la evaluación del desempeño energético	193
V. CONCLUSIONES.....	197
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	200
VIII. ANEXOS.....	202

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. Descripción de las etapas que comprende la fase de planificación energética.....	25
Figura N° 2. Conceptos básicos del proceso de Planificación Energética	26
Figura N° 3. Sistema Integrado de Calidad	28
Figura N° 4. Comparación de un SGen sistematizado con otro no sistematizado. ...	30
Figura N° 5. Modelo de sistema de gestión de la energía según la NTP-ISO 50001:2012	33
Figura N° 6. Elementos del SGen y su interrelación.....	38
Figura N° 7. Nave industrial principal de la planta industrial de envases plásticos “El Águila S.R.L”	40
Figura N° 8. Organigrama de la Gerencia Administrativa	43
Figura N° 9. Organigrama de la Gerencia Financiera	44
Figura N° 10. Organigrama de la Gerencia de Planta	45
Figura N° 11. Flujograma de procesos.....	46
Figura N° 12. Máquina mezcladora	49
Figura N° 13. Máquina Extrusora Lohia Duotec	49
Figura N° 14. Pasadizo de telares (1-54).....	50
Figura N° 15. Telar circular marca Lohia modelo: Nova 6	50
Figura N° 16. Telar circular marca Starlinger modelo Alpha 6.....	51
Figura N° 17. Laminadora Starlinger Stacotec 1500	51
Figura N° 18. Impresora flexográfica marca Fevaflex N° 01	52
Figura N° 19. Convertidora marca Starlinger modelo Multikom	52
Figura N° 20. Máquina de coser Newlong usada en el proceso de bastillado de sacos	53
Figura N° 21. Prensa hidráulica para el enfardado de sacos de PP.....	53
Figura N° 22. Principales marcas de la empresa “El Águila S.R.L”.....	57
Figura N° 23. Flujograma del proceso de producción del saco de polipropileno	58
Figura N° 24. Ubicación de los suministros 1 y 2 de la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L”	63
Figura N° 25. Distribución de la energía eléctrica en la planta industrial “El Águila S.R.L”	63
Figura N° 26. Distribución energética eléctrica de las Sub Estaciones B y C.....	64
Figura N° 27. Distribución energética eléctrica para la Sub Estación A.....	64
Figura N° 28. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.1: requisitos generales	68
Figura N° 29. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.2: responsabilidad de la dirección	71
Figura N° 30. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.3: Política energética.....	73
Figura N° 31. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.4: Planificación energética	75
Figura N° 32. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.5: Implementación y Operación.....	79
Figura N° 33. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.6: Verificación	81
Figura N° 34. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.7: Revisión por la dirección	83
Figura N° 35. Cumplimiento general del análisis inicial de diagnóstico	85
Figura N° 36. Diagrama de Kiviat del análisis inicial de diagnóstico de la norma NTP-ISO 50001:2012	86

Figura N° 37. Responsabilidades de la alta dirección.....	87
Figura N° 38. Alcance y límites del SGen.....	88
Figura N° 39. Diagrama del alcance y límites del SGen de la empresa “El Águila S.R.L”.....	89
Figura N° 40. Carta modelo de nombramiento del representante de la dirección.....	91
Figura N° 41. Organigrama del Equipo de Gestión de la Energía.....	94
Figura N° 42. Política energética de la empresa “El Águila S.R.L”.....	95
Figura N° 43. Gráfico de tendencia del Consumo de energía eléctrica para los Suministros 1 y 2 durante el año 2016.....	100
Figura N° 44. Diagrama porcentual de la distribución del Consumo de energía eléctrica por Suministro para el año 2016.....	100
Figura N° 45. Diagrama de tendencia del Consumo total de energía eléctrica durante el año 2016 en la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L”.....	101
Figura N° 46. Gráfico de control del consumo total de energía eléctrica durante el año 2016 planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L”.....	101
Figura N° 47. Figura N° 47: Gráfico de tendencia del Consumo de energía eléctrica para los Suministros 1 y 2 durante el año 2017.....	105
Figura N° 48. Diagrama porcentual de la distribución del Consumo de energía eléctrica por Suministro para el año 2017.....	105
Figura N° 49. Diagrama de tendencia del Consumo total de energía eléctrica durante el año 2017 en la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L”.....	106
Figura N° 50. Gráfico de control del consumo total de energía eléctrica durante el año 2017 planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L”.....	106
Figura N° 51. Gráfico de tendencia del Consumo de energía eléctrica para los Suministros 1 y 2 durante el año 2018.....	110
Figura N° 52. Diagrama porcentual de la distribución del Consumo de energía eléctrica por Suministro para el año 2018.....	110
Figura N° 53. Diagrama de tendencia del Consumo total de energía eléctrica durante el año 2018 en la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L”.....	111
Figura N° 54. Gráfico de control del consumo total de energía eléctrica durante el año 2018 en la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L”.....	111
Figura N° 55. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica enero-17 a dic-18 para la planta industrial “El Águila S.R.L”.....	114
Figura N° 56. Gráfico de consumo de energía eléctrica y producción en el tiempo para la planta industrial “El Águila S.R.L”.....	116
Figura N° 57. Evolución del consumo anual de energía eléctrica durante los años 2016-2018.....	118
Figura N° 58. Evolución del costo anual de la energía eléctrica durante los años 2016 – 2018.....	119
Figura N° 59. Verificación diaria del estado de funcionamiento del registrador de energía Fluke en la Sub Estación “A” de la planta industrial “El Águila S.R.L”....	121
Figura N° 60. Registro de datos por parte del analizador de redes Metrel en la Sub estación “C” de la planta industrial “El Águila S.R.L”.....	122
Figura N° 61. Toma de datos del analizador de redes Metrel en el transformador de marca Reselec en la Sub Estación “A” de la planta industrial “El Águila S.R.L” ..	122
Figura N° 62. Toma de datos del analizador de redes Hioki en el tablero de las embobinadoras de la Extrusora I: Starlinger.....	123
Figura N° 63. Diagrama de consumo representativo diario Extrusora 1.....	123

Figura N° 64. Diagrama de consumo representativo diario Extrusora 2.....	124
Figura N° 65. Diagrama de carga consumo diario Extrusora 3	125
Figura N° 66. Diagrama de consumo representativo diario Extrusora 4.....	126
Figura N° 67. Diagrama de consumo representativo diario Extrusora 5.....	126
Figura N° 68. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Extrusión.....	127
Figura N° 69. Diagrama de consumo representativo diario Telares (9-26).....	128
Figura N° 70. Diagrama de consumo representativo diario Telares (40-45).....	129
Figura N° 71. Diagrama de consumo representativo diario Telares (46-54).....	129
Figura N° 72. Diagrama de consumo representativo diario Telares (55-87, J1-J8) 130	
Figura N° 73. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Tejido.....	131
Figura N° 74. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Laminado 132	
Figura N° 75. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Laminado	133
Figura N° 76. Diagrama de consumo representativo diario: Impresora Fevaflex N° 01	133
Figura N° 77. Diagrama de consumo representativo diario de la Impresora Fevaflex N° 02.....	134
Figura N° 78. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Impresión.....	135
Figura N° 79. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Reciclado 135	
Figura N° 80. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Reciclado.	136
Figura N° 81. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Conversión	136
Figura N° 82. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Conversión y Prensa.....	137
Figura N° 83. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Aire Comprimido	138
Figura N° 84. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Aire Comprimido	139
Figura N° 85. Diagrama de consumo representativo diario del Chiller N°02	139
Figura N° 86. Diagrama de consumo representativo diario del Chiller N°03	140
Figura N° 87. Diagrama de consumo representativo diario del Chiller N°04	141
Figura N° 88. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Refrigeración de Agua.....	142
Figura N° 89. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Bastillado 143	
Figura N° 90. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Bastillado	144
Figura N° 91. Diagrama de carga representativo diario del Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior	145
Figura N° 92. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior	146
Figura N° 93. Balance energético de las Áreas de la planta industrial “El Águila S.R.L”	149
Figura N° 94. Diagrama de Pareto de los consumos mensuales de energía eléctrica en todas las áreas de la planta industrial “El Águila S.R.L”	150

Figura N° 95. Diagrama de Pareto del Área de Extrusión.....	151
Figura N° 96. Diagrama energético productivo (Servicios auxiliares y Máquinas principales).....	152
Figura N° 97. Diagrama energético productivo (Áreas productivas y Áreas auxiliares).....	153
Figura N° 98. Línea de base energética para la planta industrial “El Águila S.R.L”.	157
Figura N° 99. Línea de base energética meta para la planta industrial “El Águila S.R.L”	162
Figura N° 100. Indicadores de consumo energético para la planta industrial “El Águila S.R.L”	168
Figura N° 101. Línea de base energética para la extrusora 1: Stalinger Starex.....	170
Figura N° 102. Línea de base energética para la extrusora 2: Huang Sheng.....	171
Figura N° 103. Línea de base energética para la extrusora 3: Huang Sheng.....	171
Figura N° 104. Línea de base energética para la extrusora 4: Lohia Duotec	172
Figura N° 105. Gráfica IDE vs producción: Extrusora 1 Starlinger Starex	174
Figura N° 106. Gráfica IDE vs producción: Extrusora 2 Huang Sheng.....	175
Figura N° 107. Gráfica IDE vs producción: Extrusora 3 Huang Sheng.....	176
Figura N° 108. Gráfica IDE vs producción: Extrusora 4 Lohia Duotec	177
Figura N° 109. Perfil de demanda de potencia en horas punta y fuera de punta entre enero-2018 a marzo-2019 del S.U 38168117	202
Figura N° 110. Perfil de demanda de potencia en horas punta y fuera de punta entre enero-2018 a marzo-2019 del S.U 25969783	203
Figura N° 111. Perfil de demanda de potencia de los suministros de energía eléctrica de la empresa “El Águila S.R.L”	204
Figura N° 112. Analizador de redes Master Q4-MI2885 de la marca Metrel®.	206
Figura N° 113. Registrador de energía, Power Logger 1736 de la marca Fluke® .	207
Figura N° 114. Registrador de energía Power Hi Tester Clamp On Model 3166 de la marca HIOKI ®.....	209
Figura N° 115. Máquinas de mayor consumo de energía eléctrica	210
Figura N° 116. Evolución de los contratos de potencia y energía asociada de la planta industrial “El Águila S.R.L”	211

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Historia de los Sistemas de Gestión Energética	21
Tabla 2. Diferencias entre ISO 50001: 2012 y el BS en 16001: 2009	23
Tabla 3. Legislación existente sobre eficiencia energética en el Perú aplicable a la presente tesis	35
Tabla 4. Etapas y actividades para el diseño de un sistema de gestión de la energía eléctrica.....	39
Tabla 5. Relación de maquinarias de planta.....	47
Tabla 6. Potencia instalada de la planta industrial “El Águila S.R.L”	54
Tabla 7. Proceso de producción del saco de polipropileno en la planta industrial “El Águila S.R.L”	59
Tabla 8. Descripción de las características de los suministros de energía eléctrica de la planta industrial “El Águila S.R.L”	62
Tabla 9. Descripción del equipamiento del Puesto de medición y protección ...	65
Tabla 10. Equipamiento de las Sub Estaciones Eléctricas de la planta industrial “El Águila S.R.L”	66
Tabla 11. Análisis inicial de diagnóstico de la NTP-ISO 50001:2012 en la etapa de Requisitos generales	67
Tabla 12. Resultado del diagnóstico en la etapa de Requisitos generales.....	68
Tabla 13. Análisis inicial de diagnóstico de la NTP-ISO 50001:2012 en la etapa de Responsabilidad de la Dirección	70
Tabla 14. Resultado del diagnóstico en la etapa de Responsabilidad de la dirección	70
Tabla 15. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Política energética	72
Tabla 16. Resultado del diagnóstico en la etapa de Política energética	72
Tabla 17. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Planificación energética.....	73
Tabla 18. Resultado del diagnóstico en la etapa de Planificación energética	74
Tabla 19. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Implementación y Operación.....	76
Tabla 20. Resultado del diagnóstico en la etapa de Implementación y Operación.....	78
Tabla 21. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Verificación.....	80
Tabla 22. Resultado del diagnóstico en la etapa de Verificación	81
Tabla 23. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Revisión por la dirección	82
Tabla 24. Resultado del diagnóstico en la etapa de Revisión por la dirección...	83
Tabla 25. Resultado general del análisis inicial de diagnóstico.....	84
Tabla 26. Matriz de requisitos legales y otros	98
Tabla 27. Datos energéticos de la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L” del 2016.....	99
Tabla 28. Datos energéticos de la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L” del 2017.....	104
Tabla 29. Datos energéticos de la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L” del 2018.....	109
Tabla 30. Resultados de la medición en la Extrusora 1	124
Tabla 31. Resultados de la medición en la Extrusora 2.....	124
Tabla 32. Resultados de la medición en la Extrusora 3.....	125

Tabla 33. Resultados de la medición en la Extrusora 4.....	126
Tabla 34. Resultados de la medición de la Extrusora 5.....	127
Tabla 35. Cuadro resumen de los consumos de energía del Área de Extrusión	127
Tabla 36. Resultados de la medición Telares (9-26).....	128
Tabla 37. Resultados de la medición Telares (40-45).....	129
Tabla 38. Resultados de la medición Telares (46-54).....	130
Tabla 39. Resultados de la medición Telares (55-87, J1-J8).....	130
Tabla 40. Cuadro resumen de los consumos de energía del Área de Tejido	131
Tabla 41. Resultados de la medición del Área de Laminado.....	132
Tabla 42. Resultados de la medición Impresora Fevaflex N° 01.....	134
Tabla 43. Resultados de la medición Impresora Fevaflex N° 02.....	134
Tabla 44. Cuadro resumen de los consumos de energía del Área de Impresión.....	134
Tabla 45. Resultados de la medición para el Área de Reciclado	135
Tabla 46. Resultados de la medición del Área de Conversión y Prensa	137
Tabla 47. Resultados de la medición del Área de Aire Comprimido.....	138
Tabla 48. Resultados de la medición del Chiller N°02	140
Tabla 49. Resultados de la medición del Chiller N°03	140
Tabla 50. Resultados de la medición del Chiller N°04	141
Tabla 51. Cuadro resumen de los consumos de energía del Área de Refrigeración de Agua.....	142
Tabla 52. Resultados de la medición del Área de Bastillado.....	144
Tabla 53. Resultados de la medición del Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior.....	146
Tabla 54. Resultados de la medición del Área de Iluminación General de Planta.....	147
Tabla 55. Resultados del Censo de cargas para las áreas productivas de la empresa “El Águila S.R.L”	148
Tabla 56. Ranking del Área de Extrusión en la planta industrial “El Águila S.R.L”	151
Tabla 57. Matriz de Usuarios significativos de la energía	154
Tabla 58. Datos utilizados en la elaboración de la línea de base energética.	156
Tabla 59. Criterio de confiabilidad de los datos para la elaboración de la línea de base energética.	160
Tabla 60. Cálculo de los indicadores de consumo energético base y medido ...	166
Tabla 61. Cuadro resumen de las ecuaciones del indicador de consumo energético, producciones críticas e indicadores de referencia.....	178
Tabla 62. Medidas de ahorro por mejoras en la planeación y organización de la producción – control operacional.....	180
Fuente: Elaboración propia	
Tabla 63. Medidas de ahorro por mejoras en la gestión del mantenimiento	180
Tabla 64. Medidas de ahorro por cambio tecnológico en el área de iluminación general de planta	182
Tabla 65. Medidas de ahorro por eliminación de fugas de aire comprimido	183
Tabla 66. Medidas de ahorro por aislamiento de tuberías, agua de enfriamiento	184
Tabla 67. Cuadro resumen de potenciales de ahorro para la planta industrial “El Águila S.R.L”.....	185

Tabla 68. Ahorros obtenidos por mejoras en la gestión de los contratos de energía eléctrica.....	186
Tabla 69. Oportunidades de ahorro priorizadas para la empresa “El Águila S.R.L”	187
Tabla 70. Objetivo energético N°01.....	190
Tabla 71. Objetivo energético N°02.....	191
Tabla 72. Meta N°02 del objetivo energético n°2.....	192
Tabla 73. Relación de máquinas de mayor consumo eléctrico.....	210
Tabla 74. Costos energéticos de la planta industrial “El Águila S.R.L” a partir de diciembre del 2017 a marzo del 2018	212
Tabla 75. Relación de costos asociados al concepto “Generación- Exceso de Potencia en HP del suministro 25969723 de la planta industrial “El Águila S.R.L”	213
Tabla 76. Detalle de ahorros obtenidos mediante gestión de los contratos de energía de la planta industrial “El Águila S.R.L”.	214
Tabla 77. Caudal fugado para diferentes presiones de aire y tamaño de orificios.....	215
Tabla 78. Ahorro potencial mediante el cambio tecnológico de las luminarias en las áreas de iluminación general e iluminación exterior de planta	217
Tabla 79. Presupuesto del establecimiento del SGen "El Águila S.R.L"	218

RESUMEN

La gestión energética se ha convertido en una parte importante dentro de la gestión empresarial al ser la energía un servicio o insumo necesario para la producción de bienes o la prestación de servicios. Se hace necesario visibilizar la gestión energética a la alta dirección de las organizaciones e implementarla de una forma sistematizada siguiendo lineamientos estandarizados y reconocidos internacionalmente como la norma ISO 50 001:2012 la cual provee a las organizaciones de un marco de trabajo que les permita integrar la mejora del desempeño energético en sus prácticas habituales de gestión.

El presente trabajo de tesis enuncia los pasos necesarios para el diseño de un sistema de gestión de la energía eléctrica en la planta industrial “El Águila S.R.L” de acuerdo a los lineamientos de la NTP-ISO: 50 001:2012, en el cual se han usado también modelos estadísticos para la determinación de la línea de base energética y la ecuación del indicador de consumo energético base, los cuales facilitarán la toma de decisiones a nivel de gerencia y dirigido a la mejora continua, propiciando así la optimización de la producción y la reducción del consumo de energía eléctrica hasta en un 11,94% como resultado final de las acciones de mejora para reducir las pérdidas de energía y la variabilidad operacional del proceso productivo, junto con los cambios tecnológicos.

PALABRAS CLAVES:

Gestión energética, Energía Eléctrica, ISO 50001, Desempeño Energético, Índice De Consumo Energético Eléctrico.

ABSTRACT

Energy management has become an important part of business management since energy is a service or input necessary for the production of goods or the provision of services. It is necessary to make energy management visible to the top management of organizations and implement it in a systematized way following standardized and internationally recognized guidelines such as the ISO 50 001: 2012 standard, which provides organizations with a framework that allows them to integrate the improvement of energy performance in their usual management practices.

This thesis paper states the steps necessary for the design of an electric power management system in the industrial plant "El Águila SRL" according to the guidelines of the NTP-ISO: 50 001: 2012, in which they have also used statistical models for the determination of the energy baseline and the equation of the base energy consumption indicator which will facilitate decision-making at the management level and aimed at continuous improvement, thus favoring the optimization of production and reduction of electric power consumption by up to 11.94% as a final result of the improvement actions to reduce energy losses and the operational variability of the production process, together with technological changes.

KEYWORDS:

Energy Management, Electric Energy, ISO 50001, Energy Performance, Electric Energy Consumption Index.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas del mundo moderno es sin lugar a dudas, la energía, de ella dependen el funcionamiento de las fábricas, la obtención de alimentos y su preparación, la iluminación, la climatización de los hogares, el transporte de personas y mercancías, etc.

La utilización de combustibles fósiles, petróleo, carbón mineral y gas natural, en la industria y el transporte es la principal causa del incremento de los gases de efecto invernadero y el cambio climático. Añadido a esto existe en la actualidad un escenario energético marcado por [1]:

- Alza en el precio de la electricidad y los combustibles.
- Aumento de la competencia en la mayoría de sectores.
- Necesidad de optimizar procesos y recursos, pero a bajo costo.
- Presión de las administraciones públicas en reglamentación ambiental.
- Mayor presión social en cuanto cuestiones sociales y de sustentabilidad.

A partir del año 2000, varios países han venido desarrollando estándares de eficiencia energética, por ejemplo: Estados Unidos (ANSI/MSE:2000), Dinamarca (DS 2403:2001), Suecia (SS 627750:2003), Irlanda (IS 393:2005), España (UNE 216301:2007), Corea del Sur (KSA 4000:2007), Sudáfrica (SANS 879:2009), China (GB/T 23331:2009) y Europa (EN 16001:2009).

Hasta que finalmente, el 17 de junio del 2011, se presenta oficialmente en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra (CICG), la norma internacional de sistemas de gestión energética ISO 50001:2011 a pedido de la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI) [2].

En el Perú contamos con la Norma Técnica Peruana: NTP-ISO 50001:2012 – Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso, 1° Edición, el 31 de octubre del 2012, la mencionada Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Uso Racional de la Energía y Eficiencia Energética, durante los meses de marzo a mayo del 2012, utilizando como antecedente la Norma ISO 50001:2011: Energy Management Systems – Requirements with guidance for use.

Nuestro país ya cuenta con empresas acreditadas con la certificación ISO 50001 tales como: Repsol (2013) – Refinería la Pampilla [3] y la Central Térmica de

Ventanilla (2014) – Enel Generación Perú [4], lo cual demuestra el creciente interés de las empresas por obtener la certificación ISO 50001 y así demostrar su compromiso por el uso racional de la energía y por la disminución de las emisiones de los gases de efecto invernadero.

La gestión energética es definida como el conjunto de actividades administrativas de planeación, organización y control que se llevan a cabo con la finalidad de utilizar la menor cantidad de energía posible al ejecutar todos los procesos necesarios para producir, comercializar y distribuir bienes o para la prestación de servicios [5].

Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios inmediatos a una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía, lo que reduce tanto el costo de la energía como el consumo [6].

La implementación de sistemas de gestión de la energía son una forma de reducir el consumo de energía y sus emisiones de CO₂ consecuentes. La implementación de proyectos de gestión de la energía en la industria involucra medición, registro, análisis, y acciones correctivas para controlar y redireccionar el flujo de energía y materiales de tal manera que con la menor cantidad de energía posible se alcancen los objetivos y las medidas óptimas de ahorro.

El Águila S.R.L es una de las plantas de fabricación de envases plásticos de polipropileno con un importante consumo de energía eléctrica en la Región Lambayeque; durante el periodo 2016 al 2018 se registró un incremento del 24% en el consumo de energía anual de sus instalaciones energéticas. Este incremento se debió a la incorporación de nueva maquinaria de mayor tecnología y más productivas con el fin de optimizar la producción y atender la demanda de productos del mercado.

Además, se obtuvieron importantes ahorros económicos con el concesionario ENSA a través de la migración de la condición de cliente regulado a cliente libre mediante la firma de contratos de energía a precios más competitivos mejorando la estructura tarifaria del consumo de energía eléctrica de la planta industrial.

Estos ahorros se lograron gracias a la gestión de la empresa JOPAING SAC la cual colabora en el área de electricidad de la planta como externo. Sin embargo, todas estas acciones se han venido implementado y gestionando de una manera no sistematizada.

Se ha podido observar en la planta industrial, objeto de esta investigación, una variabilidad en los consumos de energía eléctrica mensuales a iguales niveles de producción, es decir no hay una buena correlación entre el nivel de producción y el consumo energético requerido para esta; el cual se refleja en los indicadores de consumo energético (KWh/ton) de la planta, pese a haberse realizado cambios tecnológicos importantes en la maquinaria que se usa en el proceso productivo.

La falta de un sistema de gestión de la energía eléctrica en la planta industrial “El Águila S.R.L”, no permite evidenciar los factores que determinen el bajo desempeño energético de los equipos de producción y los bajos rendimientos energéticos de operación de la planta. Por lo tanto, surge la pregunta: ¿Qué impacto positivo se obtendría con el establecimiento e implementación de un sistema de gestión de la energía eléctrica basado en la norma NTP-ISO 50 001:2012 para la planta industrial “El Águila S.R.L”?

El presente trabajo de investigación consiste en el diseño de un sistema de gestión de la energía eléctrica el cual comprende las siguientes etapas: Revisión inicial y Planificación Energética las cuales son aplicadas a la planta industrial de envases plásticos de polipropileno “El Águila S.R.L”.

Por lo tanto, con la finalidad de mejorar la gestión energética de la planta se hace necesario desarrollar el diseño de un Sistema de Gestión Energética de tal manera que esta propuesta al ser implementada en el futuro cercano permita gestionar de una manera más sistematizada los activos relacionados con la energía eléctrica, además de lograr una mejora sostenida y continua del desempeño energético de la planta basado en ciclo de mejora continua: Planificar-Hacer-Verificar-Actuar.

La presente tesis permitirá a la planta industrial “El Águila”, optimizar el uso eficiente de la energía, aprovechar mejor sus recursos energéticos, crear transparencia sobre la gestión de los mismos y promover las mejores prácticas de gestión energética en nuestra Región; que se traduce en beneficios económicos, sociales, ambientales y en el desarrollo de una imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.

1.1 Objetivo General:

Diseñar un sistema de gestión de la energía eléctrica que contribuya al mejoramiento continuo del desempeño energético de la planta industrial “El Águila S.R.L”.

1.2 Objetivos Específicos:

1. Analizar el nivel de la gestión energética actual de la empresa “El Águila S.R.L” e identificar su condición inicial con respecto a los requisitos de la norma NTP-ISO-50 001:2012.
2. Establecer el compromiso de la gerencia con el sistema de gestión de la energía eléctrica manifestado en la política energética y en la asignación de un gestor energético.
3. Evaluar el desempeño energético actual de la empresa “El Águila S.R.L” e identificar oportunidades de ahorro de la energía eléctrica.
4. Establecer objetivos y metas energéticas y los planes de acción que se llevarán a cabo para la gestión de la energía en la planta industrial “El Águila S.R.L” con la finalidad de mejorar su desempeño energético.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

2.1.1 Surgimiento de los SGEN

El surgimiento de los SGEN en el ámbito internacional se inició en la década de los 70, la cual se caracterizó por la crisis de los energéticos, de ahí que los SGEN surgieron como herramienta esencial que ha venido impulsando el desempeño energético en todo el mundo [2].

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) fue una de las primeras entidades en reconocer la necesidad de la industria en desarrollar una respuesta efectiva al cambio climático y a la proliferación de estándares nacionales de gestión energética. En marzo del 2007, la ONUDI organizó un encuentro de expertos que condujo a la entrega de una solicitud formal a la secretaría central de la ISO para considerar el emprendimiento de la labor de un estándar internacional de gestión energética.

En febrero del 2008, la Junta de Gestión Técnica de la ISO aprobó el establecimiento de un nuevo comité de proyecto (PC 242 – Gestión Energética) para desarrollar el nuevo estándar de sistema de gestión ISO para la energía [7].

Este comité de proyecto ISO/PC 242, estuvo encabezado por los miembros de ISO de los Estados Unidos (American National Standards Institute – ANSI) y Brasil (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT).

Los expertos de los organismos nacionales de 44 países miembros de ISO participaron en el desarrollo de la norma ISO 50001 en ISO/PC 242, junto con otros 14 países en calidad de observadores. La norma también se benefició de la participación de organizaciones de desarrollo, entre ellas ONUDI y el Consejo Mundial de Energía (CME).

La norma ISO 50001 ha sido capaz de basarse en numerosas normas de gestión de la energía nacionales o regionales, especificaciones y regulaciones, incluyendo las desarrolladas en la Unión Europea, Estados Unidos, Tailandia, Suecia, Japón, Irlanda, Dinamarca, Países Bajos, República de Corea y China [6].

Tabla 1. Historia de los Sistemas de Gestión Energética

HISTORIA DE LOS SGE	
1970	Crisis del petróleo. Gestión de la producción y compra de energía, servicios energéticos y conservación de la energía.
1988	Las industrias comienzan a desarrollar programas de eficiencia energética.
1990	Australia: AS 3595. Programas de Gestión Energética – Guía para la evaluación financiera de proyectos.
1992	Australia: AS 3596. Programas de Gestión Energética – Guía para definición y análisis de ahorro de energía y costos.
1995	EE.UU: ANSI 739. IEEE Recomendación práctica para la Gestión Energética en instalaciones industriales y comerciales.
2000	EE.UU: ANSI/MSE 2000:2000.
2001	Dinamarca: DS 2403:2001.
2003	Suecia: SS 627750:2003.
2005	Irlanda: I.S 393:2005. Holanda: Sistema de Gestión Energética – Guía para uso.
2007	España: UNE 216301:2007. Corea del Sur: KSA 4000:2007. Alemania: Gestión energética – Términos y definiciones.
2009	Sudáfrica: SANS 879:2009. China: GB/T 23331:2009. Europa: EN 16001:2009.
2011	Estándar Internacional ISO 50001:2011.

Fuente: Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía –
Conee/GIZ.

2.1.2 Otros estándares internacionales de Gestión Energética

El estándar del Sistema de Gestión Energética BS EN 16001:2009

El estándar europeo BS EN 16001:2009 brinda las normas y requisitos destinados a ayudar a las organizaciones a reducir tanto costos como emisiones de gases de efecto invernadero. Esto se logra a través del diseño e implementación de un Sistema de Gestión Energética. El estándar también especifica los requisitos de un Sistema de Gestión Energética para permitir a la organización diseñar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas y planes de acción que tengan en cuenta requisitos legales e información acerca del uso significativo de la energía. Está destinado a ser aplicado a todo tipo y tamaño de organización, y puede ser integrado con, o utilizado independientemente de, cualquier otro sistema de gestión.

Si bien el BS EN 16001:2009 no especifica un criterio de rendimiento particular con respecto a la gestión de energía, éste brinda un esquema para un continuo mejoramiento de la eficiencia y uso sostenible de la energía en una organización. El estándar permite a la organización tomar un acercamiento sistemático al mejoramiento continuo de su eficiencia energética [7].

Diferencias entre ISO 50001:2012 y el BS EN 16001:2009

Las diferencias principales entre los requisitos de ISO 50001:2012 y BS EN 16001:2009 existen en las áreas de política energética, caracterización de la energía, rendimiento energético, adquisición, sistemas de medición y oportunidades de mejora, tal como se indica en la siguiente tabla [7]:

Tabla 2. Diferencias entre ISO 50001: 2012 y el BS en 16001: 2009

Tema	Diferencias
Política energética	<p>ISO 50001:2012 requiere un compromiso de adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y planea mejoramientos en el rendimiento energético.</p> <p>BS EN 16001:2009 sólo requiere la consideración del consumo de energía al comprar equipos de consumo de energía.</p>
Caracterización energética	<p>ISO 50001:2012 considera el rendimiento energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía en el alcance del Sistema de Gestión Energética.</p> <p>El BS EN 1600:2009 sólo se refiere a la eficiencia energética.</p>
Documentación	<p>No hay procedimientos obligatorios en BS EN 16001:2009.</p> <p>Para ISO 50001:2012, el Sistema de Gestión Energética debe contener procedimientos relacionados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de documentos. • Comunicación interna.
Oportunidades de mejora del rendimiento energético	<p>ISO 50001:2012 declara que las oportunidades de mejora del rendimiento energético deberán ser consideradas en el diseño, modificación y renovación de instalaciones, equipos, sistemas y procesos de consumo energético significativo.</p> <p>BS EN 16001:2009 considera al consumo de la energía en el diseño, cambio o restauración de todos los recursos, incluyendo edificaciones.</p>
Sistemas de medición	<p>BS EN 16001:2009 requiere que las organizaciones tengan un plan de medición.</p>

Fuente: Entendiendo los requisitos de la certificación de sistemas de gestión de la energía-SGS.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Energía

La Energía es definida por la física como la capacidad de realizar trabajo, para el propósito de la presente tesis la energía esta referida a las variadas formas de energía, la cual puede ser comprada y utilizada en los procesos productivos de la planta industrial [8].

2.2.2 Consumo de energía

Es la cantidad de energía en KWh utilizada en todo el proceso productivo de la planta. Por ejemplo, en la planta industrial “El Águila S.R.L” se consume principalmente energía eléctrica que es utilizada para obtener la energía mecánica que necesitan las máquinas que son utilizadas en el proceso productivo y en los servicios auxiliares para la fabricación del saco de polipropileno, además este tipo de energía también es usada en procesos de soporte administrativo como las tecnologías de la información, en climatización, iluminación, operación de motores, funcionamiento de resistencias eléctricas, etc[9].

2.2.3 Uso de la energía

Este concepto se refiere al tipo de aplicación o forma de la energía, por ejemplo: aire comprimido, refrigeración de agua, accionamiento de motores, iluminación, climatización de ambientes, etc [10].

2.2.4 Desempeño energético

Este concepto se refiere a los resultados cuantificables relacionados con el uso y consumo de la energía eléctrica y con las medidas para fomentar el ahorro energético [8].

2.2.5 Indicador de desempeño energético

El indicador de desempeño energético también conocido como índice de consumo energético, es un cociente que relaciona el consumo de energía (KWh) con el nivel de producción (Kg, metros, Toneladas) y se define como:

$$IC = (\text{Energía consumida}) / (\text{producción}).$$

2.2.6 Planificación energética

El proceso de planificación energética consiste básicamente en establecer un fuerte compromiso de la gerencia para con el SGEN, materializado en la designación de las responsabilidades de la alta dirección, la definición del alcance y límites del SGEN, la designación de un representante de la dirección (o gestor energético) y en el establecimiento de una política energética, para luego identificar las variables que impactan en el consumo de la energía (en este caso energía eléctrica), analizar el consumo de la energía eléctrica, identificar las áreas de uso significativo de la energía eléctrica e identificar las oportunidades para la mejora del desempeño energético eléctrico de la planta industrial [2], [8].



Figura N° 1. Descripción de las etapas que comprende la fase de planificación energética

Fuente: Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía-Conuee

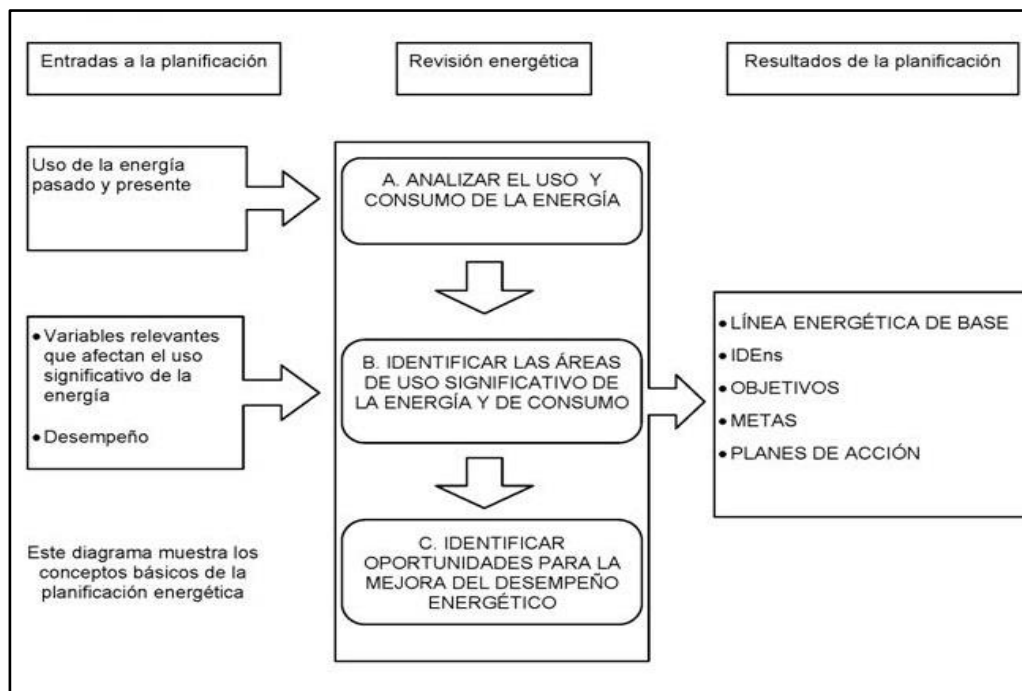


Figura N° 2. Conceptos básicos del proceso de Planificación Energética
Fuente: NTP-ISO 50001:2012

2.2.7 Revisión energética

También conocida como caracterización energética o perfil energético, consiste en la identificación de variables que afectan el consumo de la energía y la aplicación de herramientas estadísticas y modelos matemáticos que permitan determinar el ahorro potencial por reducción de la variabilidad operacional, mejoramiento de la planificación de la producción y de la mejora de la capacidad técnica y organizativa de la empresa [8], [11].

2.2.8 Línea de base energética

Es una referencia cuatitativa que nos da una idea aproximada de la cantidad de energía que debería estar empleándose en la planta industrial o edificio, incluso antes de implementar acciones de mejora del desempeño energético [8], [12].

La línea de base energética puede ser [2] :

- Una relación matemática del consumo de energía en función de las variables relevantes.
- Un modelo de ingeniería.

El objetivo de construir una línea de base energética para la planta industrial “El Águila S.R.L” es tener un punto de referencia para la mejora del desempeño energético en un periodo equivalente futuro.

En la práctica es definida como la línea de mejor ajuste a la dispersión de datos entre el consumo de energía y la producción, el coeficiente de correlación (R^2) nos muestra la calidad del ajuste del modelo estadístico a los puntos experimentales [13], [14].

2.2.9 Gestión energética

La gestión energética se puede definir como el conjunto de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la mínima cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en edificios y oficinas) y los niveles de producción (en fábricas) [15].

La gestión energética involucra la supervisión, medición, análisis y acción correctiva continua sobre los equipos, áreas, procesos y personal clave, con la finalidad de reducir los consumos y gastos energéticos [16].

Además, como lo señala la Conuee (Comisión nacional para el uso eficiente de la energía-México) [2]: “la gestión de la energía prepara a una organización para conseguir un ahorro energético y de costo a través de la toma de decisiones informada y con la implementación de prácticas de ahorro de energía para las instalaciones, procesos, equipos y operaciones de la organización”.

Según Muñoz Vizhñay [17]: *la correcta gestión energética conlleva al incremento de la eficiencia energética, la cual produce los siguientes beneficios concretos:*

- *Uso racional, eficiente y sostenido del consumo de energía.*
- *Facilita las posibilidades de disminución o compensación de emisiones de CO₂ a la atmósfera y, por tanto, disminución del*

impacto sobre el cambio climático. Por lo tanto, se facilita el cumplimiento de requisitos de carácter medio ambiental.

- *Facilita la toma de decisiones gerenciales para la inversión en ahorro y eficiencia energética.*
- *Aumenta la competitividad y permite el uso de la certificación correspondiente.*

2.2.10 Sistema de Gestión Energética (SGEn)

Un SGEn es un conjunto de elementos que se relacionan e interactúan entre sí para definir una política y objetivos energéticos, los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos [8].

Además, es la parte del sistema de gestión de una organización dedicado a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades que interactúan, con el uso de la energía [18].

Conviene resaltar que un SGEn está relacionado al Sistema de Gestión de la calidad (ISO 9001) y al Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14001).

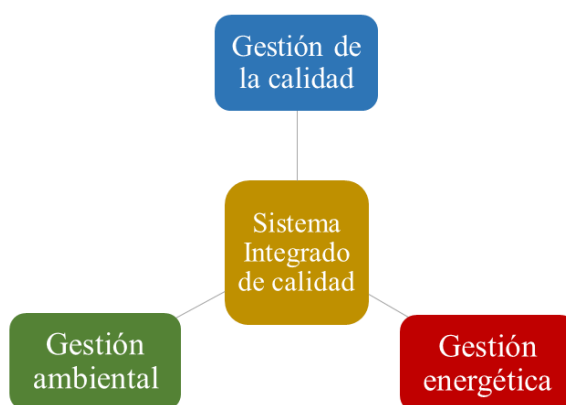


Figura N° 3. Sistema Integrado de Calidad

Fuente: Fundación MAPFRE-Guía práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión Energética.

Un correcto SGEn está compuesto de [15]:

- Una estructura organizacional.

- Procedimientos.
- Procesos.
- Recursos Necesarios para su implementación.

2.2.11 Beneficios de los SGEN para las organizaciones

Los beneficios de un SGEN son:

Beneficios para la organización [2]:

- Ayuda a identificar, priorizar y seleccionar las acciones para la mejora del desempeño energético con base en su potencial de ahorro y el nivel de inversión requerido.
- Impulsa el emprendimiento, la productividad y el crecimiento (mayor aprovechamiento, menor desperdicio).
- Mejora la confianza y calidad de la información que se utiliza para la toma de decisiones.
- Facilita la interacción con sistemas de gestión ya existentes.

Beneficios económicos [17]:

- Un SGE permite un ahorro de costos y genera un efecto diferenciador frente a los competidores.
- Una gestión energética sistematizada ayuda a alcanzar ahorros muchos mayores que una no sistematizada por concepto de energía.
- La gestión energética sistematizada que se puede alcanzar con la implementación de un SGEN, aunque implica un costo inicial, rápidamente logra una disminución de costos en cadena y los resultados son visibles en tan solo tres años, consiguiéndose ahorros cercanos al 23% del costo inicial. Mientras que, con un sistema de gestión no sistematizado, el ahorro no supera el 10%.

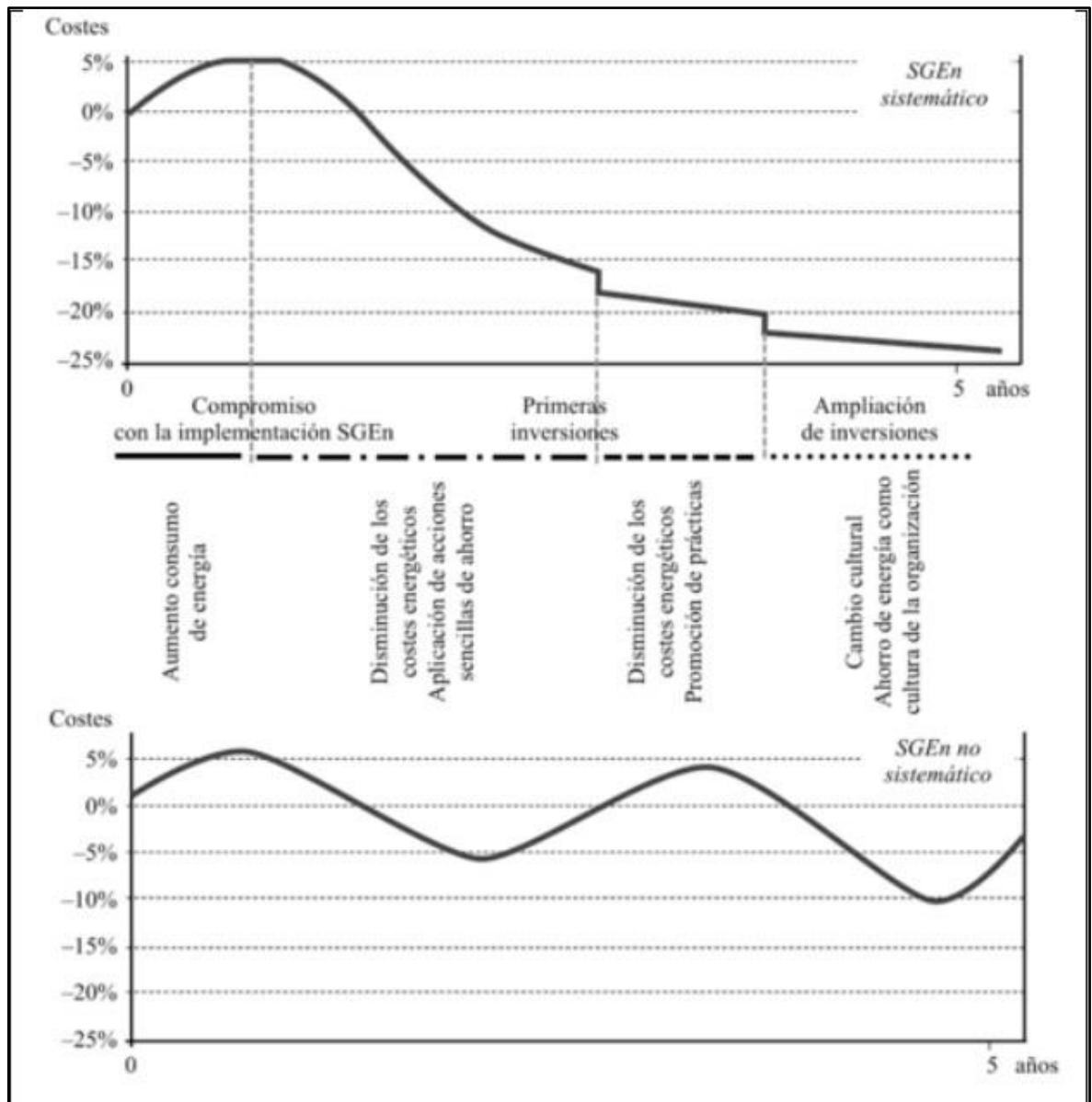


Figura N° 4. Comparación de un SGE sistematizado con otro no sistematizado.

Fuente: Estudio de Implantación de un Sistema de Gestión Energética ISO 50001 en una fábrica T-Universidad de Cantabria.

Como se puede observar en la parte superior de la imagen 2, en la etapa inicial del SGE sistematizado se pueden encontrar muchas áreas de oportunidad para mejorar el desempeño energético. Al principio, las acciones a implementar requerirán de pocos esfuerzos de inversión, ya que en la mayoría de los casos se tratará de medidas simples. Sin embargo, en la medida que el SGE va alcanzando su estado de madurez, dichas áreas de oportunidad para el ahorro y

uso eficiente de energía serán reducidas y se necesitarán mayores esfuerzos de inversión debido a que se trata de acciones más complejas.

En la parte inferior de la imagen 2, se puede apreciar como la evolución de los costos es fluctuante. Tras la implementación de ciertas medidas de mejora del desempeño energético se produce una reducción de costos. Sin embargo, al tratarse de un sistema de gestión no sistematizado, estas medidas de mejora del desempeño energético no serán efectivas en el tiempo. Por lo que, una vez terminado el efecto de tales medidas, los costos energéticos vuelven a elevarse.

Beneficios ambientales:

- Disminución de las emisiones de carbono al ambiente.
- Reducción del consumo de recursos energéticos.

Beneficios sociales y de imagen corporativa [17]:

- Otorga a la entidad un prestigio evidente.
- Promueve la cultura del uso racional de la energía.
- Transmite a terceros la preocupación ambiental de la organización y su vinculación a objetivos concretos.
- Brinda la posibilidad de abrir nexos comerciales debido a la certificación.

2.3 Norma NTP-ISO 50001:2012

2.3.1 Definición

La Norma Técnica Peruana NTP-ISO 50001:2012 Sistemas de Gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso, es una adopción de la norma internacional ISO 50001:2011, elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Uso Racional de la Energía y Eficiencia Energética durante los meses de marzo a mayo del 2012 y fue posteriormente presentada a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias –CNB-, el 22-06-2012 como PNTP-ISO

50001:2012, para su revisión y aprobación, siendo sometida a la etapa de discusión pública el 25-08-2012. Al no presentarse observaciones fue finalmente oficializada el 31 de octubre del 2012 [8].

La NTP-ISO 50001:2012 precisa los requisitos indispensables para diseñar, implementar, mantener y mejorar un SGen con el propósito de facilitar a una organización contar con un enfoque sistematizado para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía [8].

2.3.2 Estructura de la norma

Esta NTP se fundamenta en el ciclo de mejora continua: Planificar-Hacer-Verificar-Actuar y añade la gestión energética a las prácticas habituales de la organización. Por lo tanto, el ciclo de mejora continua puede entenderse de la siguiente manera en el contexto de la gestión de la energía [2], [8]:

- **Planificar:** Se entiende por planificación a las actividades relacionadas a realizar el diagnóstico del desempeño energético, establecer la línea base, los indicadores de desempeño energético (IDEn), los objetivos, las metas y planes de acción necesarios para lograr los resultados que conduzcan a mejorar el desempeño energético de conformidad con la política energética de la organización.
- **Hacer:** Esta etapa comprende las actividades relacionadas con la implementación de los planes de acción en materia de gestión energética.
- **Verificar:** Consiste en el seguimiento y la medición de los procesos y las características claves de las operaciones que determinan el desempeño energético relacionado con las políticas y objetivos energéticos informando los resultados alcanzados.
- **Actuar:** Comprende la toma de acciones para mejorar de forma continua el desempeño energético y el SGen.

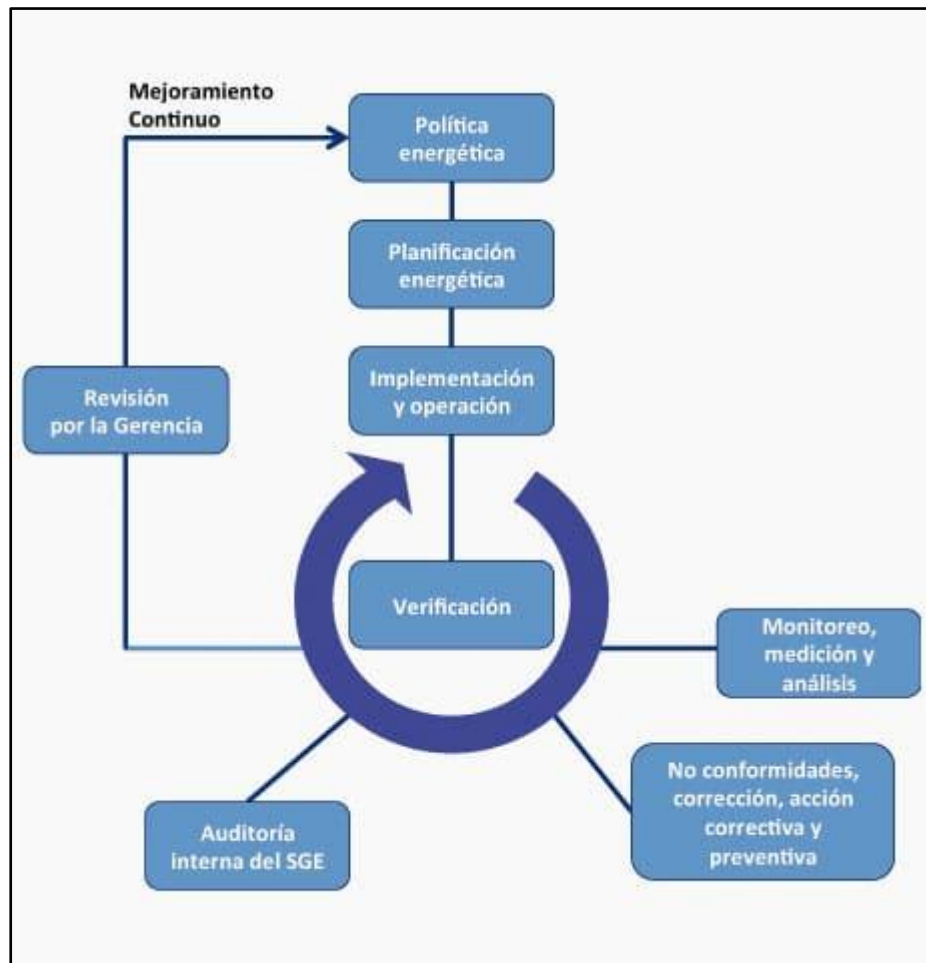


Figura N° 5. Modelo de sistema de gestión de la energía según la NTP-ISO 50001:2012

Fuente: Norma Técnica Peruana ISO 50001:2012.

2.3.3 Beneficiarios

Al igual que otras normas ISO, la NTP-ISO 50001:2012 puede ser aplicada en cualquier organización, cualquiera que sea su actividad o tamaño, ya sea en el sector público o privado independientemente de su ubicación geográfica.

2.3.4 Certificación

La certificación por parte de una empresa certificadora externa, es una decisión que deberá tomar la organización en función de los beneficios que pueda obtener con esta; lo importante es implementar el sistema de

gestión según los lineamientos de la NTP-ISO 50001:2012 para que la gestión energética sea efectiva y mantenga una mejora continua del desempeño energético.

2.4 Marco legal

Las ciencias naturales, la ingeniería y otras disciplinas son relacionadas por las leyes. La ley es frecuentemente un iniciador y acelerador de cambios proporcionando incentivos y desincentivos. El marco legal relacionado con la energía y el medio ambiente es de naturaleza multidisciplinar ya que debe interpretar principios y conocimientos científicos y de ingeniería en reglamentos, leyes y políticas. La relación entre la ciencia, la ingeniería y las leyes debe ser siempre tomada en cuenta, especialmente en campos como la gestión y la eficiencia energética por lo tanto la ley no puede ignorar al mundo científico necesita su aporte constante [19].

A continuación, se muestra un cuadro resumen de las leyes, reglamentos y decretos relacionados con el uso eficiente de la energía, el ahorro energético y la eficiencia energética.

Tabla 3. Legislación existente sobre eficiencia energética en el Perú aplicable a la presente tesis

Dispositivo	Denominación	Fecha de publicación
Ley N° 27345	Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.	08/09/2000
D.S N° 053-2007-EM	Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.	23/10/2007
D.S N° 034-2008-EM	Medidas para el ahorro de energía en el sector público.	19/06/2008
R.M N° 038-2009-MEM/DM	Aprueban Indicadores de Consumo Energético y la Metodología de monitoreo de los mismos.	20/01/2009
D.S N° 022-2009-EM	Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad	16/04/2009
R.M N° 469-2009-MEM/DM	Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía.	26/10/2009
D.S N° 026-2010-EM	Creación de la dirección general de Eficiencia Energética	27/05/2010
D.S N°064-2010-EM	Política Energética Nacional del Perú 2010-2040	23/11/2010
D.S N°04-2016-EM	Medidas para el Uso Eficiente de la Energía	11/02/2016
D.S N° 09-2017-EM	Reglamento Técnico sobre el Etiquetado de Eficiencia Energética para equipos energéticos	04/04/2017

Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Población y muestra

Para el presente trabajo de investigación la población es igual a la muestra y está dada por los equipos y procesos consumidores de energía dentro de la planta industrial “El Águila S.R.L”. Se determinó por medio de mediciones técnicas en campo la incidencia individual de los equipos y procesos consumidores de energía en el consumo global y a su vez se obtuvieron los datos diarios de producción de todas las líneas en un periodo de tiempo de siete días por cada área resultando en un periodo de tiempo total de aproximadamente seis meses, lo que permitió hacer una distribución del consumo total de energía eléctrica de la planta en cada uno de sus procesos. Estas mediciones técnicas en campo fueron realizadas entre el 24 de Julio del 2018 hasta el 14 de diciembre del mismo año, tomando este tiempo debido a la gran cantidad de máquinas operativas de la planta y a la búsqueda de “producciones representativas” que aumenten la confiabilidad de las mediciones en campo.

3.2 Metodología empleada para el diseño del sistema de gestión de la energía eléctrica de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Para el diseño del sistema de gestión de la energía eléctrica de la planta industrial “El Águila S.R.L” se tuvo en cuenta la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) o también conocido como ciclo de mejora continua (ver Figura N° 07), concordante con la estructura de norma NTP-ISO 50001:2012 en las etapas denominadas como: “Revisión inicial” y “Planificación energética” a las cuales se ha agregado una etapa inicial denominada “Identificación del escenario” actual en donde primero se determinó el contexto de la organización para luego realizar una evaluación del estado actual de la gestión energética e identificar su grado de cumplimiento con respecto a los requisitos de la norma. Una vez identificado el escenario actual, en la etapa de revisión inicial se estableció el compromiso de la alta dirección para con el SGen manifestado principalmente en el desarrollo de una política energética y en la

designación de un gestor energético. La tercera y última etapa es la denominada “Planificación energética” en la cual se desarrollaron la evaluación del desempeño energético y el establecimiento de los objetivos y metas energéticas. La secuencia de etapas y actividades desarrolladas se muestran en la tabla N°b 4.

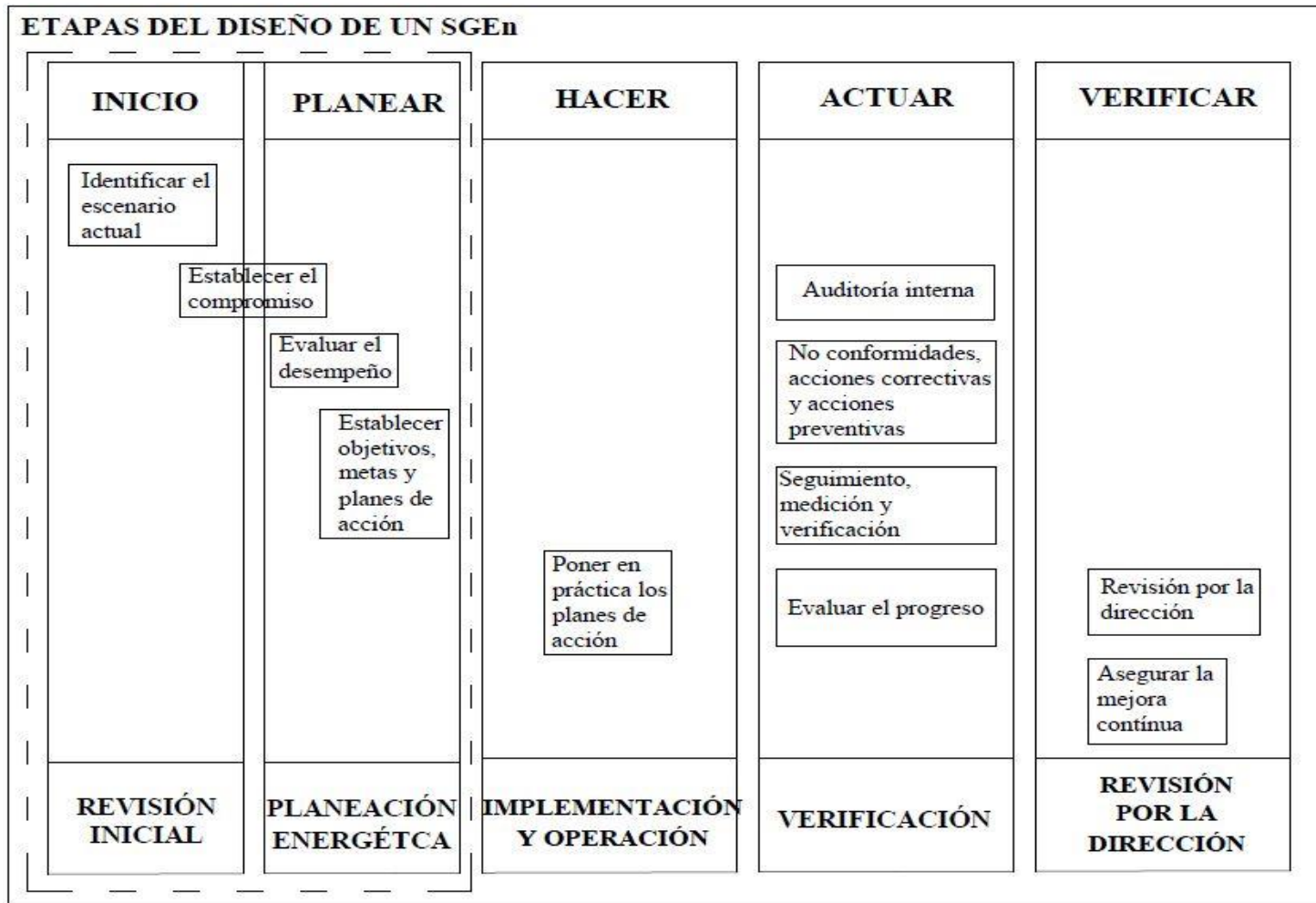


Figura N° 6. Elementos del SGE_n y su interrelación

Fuente: Manual para la implementación de un SGE_n – Conuee/GIZ

Tabla 4. Etapas y actividades para el diseño de un sistema de gestión de la energía eléctrica.

Etapas del diseño del Sistema de gestión		
Etapas	Descripción	Actividades
Identificación del escenario actual	1. Determinación del contexto de la organización.	Recopilación de datos generales de la empresa tales como: Ubicación, filosofía organizacional, estructura jerárquica, procesos productivos y cualquier otro dato importante que permita entender el contexto y naturaleza de la empresa. Las actividades que comprenden esta etapa son flexibles y quedan a criterio del diseñador.
	2. Diagnóstico de cumplimiento con los requisitos de la norma NTP-ISO 50001:2012.	Esta etapa consiste en la realización de una encuesta que nos permita evaluar el nivel de gestión energética actual de la empresa.
Revisión inicial	3. Establecimiento del compromiso con el SGen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de las responsabilidades de la alta dirección. 2. Definición del alcance y límites del SGen. 3. Designación del representante de la dirección. 4. Establecimiento del equipo de gestión de la energía. 5. Definición de la política energética.
Planificación energética	4. Evaluación del desempeño energético.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de los requisitos legales. 2. Análisis del uso y consumo de la energía eléctrica pasado y presente. 3. Establecimiento de los Usos significativos de la energía. 4. Definición de la Línea de base energética e Indicadores de desempeño energético. 5. Identificación de las oportunidades de mejora.
	5. Establecimiento de objetivos, metas y planes de acción energéticos.	1. Definición de los objetivos, metas y planes de acción energéticos.

Fuente: Elaboración propia basada en el Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía –Conuee/GIZ.

IV. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN

4.1 Identificación del escenario actual

4.1.1 Descripción del marco contextual de la organización

4.1.1.1. Generalidades

El Águila S.R.L es una empresa peruana fabricante y comercializadora de envases de polipropileno en la Región Lambayeque. Iniciaron sus actividades en el año 1997 y actualmente cuentan con una de las plantas más modernas de la región. Esta empresa se encuentra equipada con lo último en tecnología y adaptada a los estándares más exigentes de calidad. La empresa El Águila S.R.L desarrolla sus actividades en la provincia de Chiclayo, distrito de José Leonardo Ortiz (Local de ventas) y La Victoria (planta industrial). Siendo la ciudad de Chiclayo un centro comercial importante para el desarrollo del norte del país.



Figura N° 7. Nave industrial principal de la planta industrial de envases plásticos “El Águila S.R.L”

Fuente: “El Águila S.R.L”

4.1.1.2 Visión, misión, valores, política de calidad y política de seguridad y salud ocupacional

VISIÓN

Ser líderes a nivel nacional en la fabricación de telas y envases de polipropileno, según estándares internacionales de calidad, generando desarrollo y progreso en el rubro industrial.

Mejorar la calidad de vida del personal a cargo y la comunidad. Promover el crecimiento del valor de nuestra participación en el mercado con un portafolio de marcas registradas. Queremos dirigir nuestras energías para brindarles a ustedes los mejores productos.

MISIÓN

Elaborar y comercializar productos de excelente calidad a nivel nacional e internacional, a precios justos, para los sectores agroindustriales, pesquero, harinero, arrocero, avícola y cementero.

Buscamos la satisfacción total del cliente, generar progreso y bienestar a los sectores que atendemos, a la comunidad, y principalmente, a nuestros colaboradores. Desarrollar una labor profesional con el fin de crecer juntos y avanzar hacia objetivos precisos.

VALORES

Los valores en los que se fundamenta la organización son los siguientes:

- Ética.
- Creatividad.
- Pro – actividad.
- Confidencialidad.
- Compromiso.

POLÍTICA DE CALIDAD

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes al proveerlos oportunamente con telas y sacos de polipropileno, con un recurso humano calificado, comprometidos con el mejoramiento continuo y el cumplimiento de los requisitos legales, reglamentarios y otros.

POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

El Águila S.R.L es una empresa peruana dedicada a la comercialización y fabricación de sacos de polipropileno. En el Águila S.R.L estamos comprometidos con:

- Prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales, identificando, evaluando, controlando y reduciendo los riesgos de trabajo para garantizar un ambiente de trabajo seguro, saludable, confortable y libre de riesgos.
- Cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba.
- La mejora continua de nuestro sistema de gestión de seguridad en todos nuestros procesos a través de la participación y consulta de nuestros colaboradores.

Todos los que laboramos para o en nombre de El Águila, debemos divulgar y velar para que nuestra política de seguridad se cumpla de forma práctica durante la realización de las actividades diarias.

4.1.1.3 Estructura jerárquica

El organigrama de la empresa El Águila es el que se muestra a continuación:

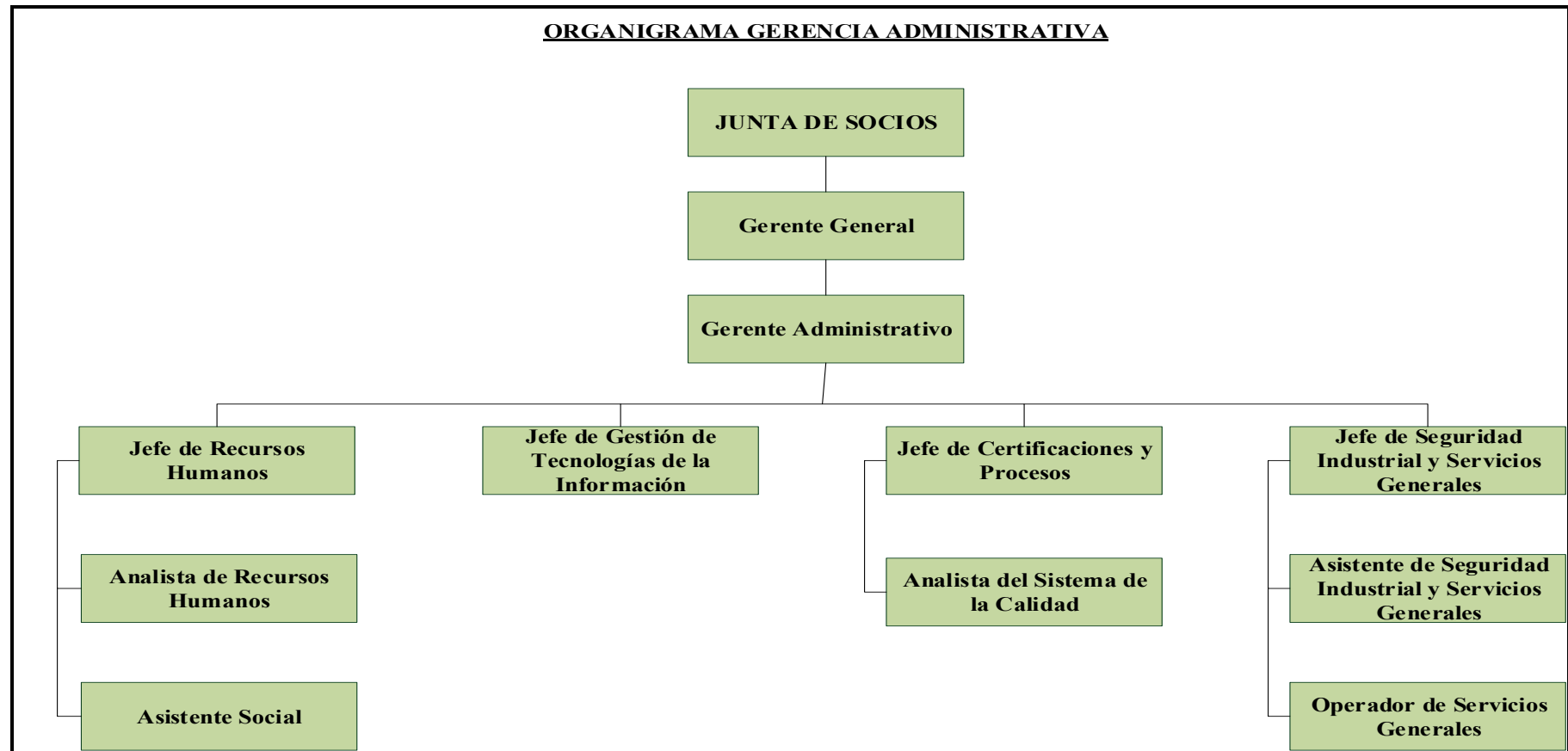
Gerencia Administrativa

Figura N° 8. Organigrama de la Gerencia Administrativa

Fuente: El Águila S.R.L

Gerencia Financiera

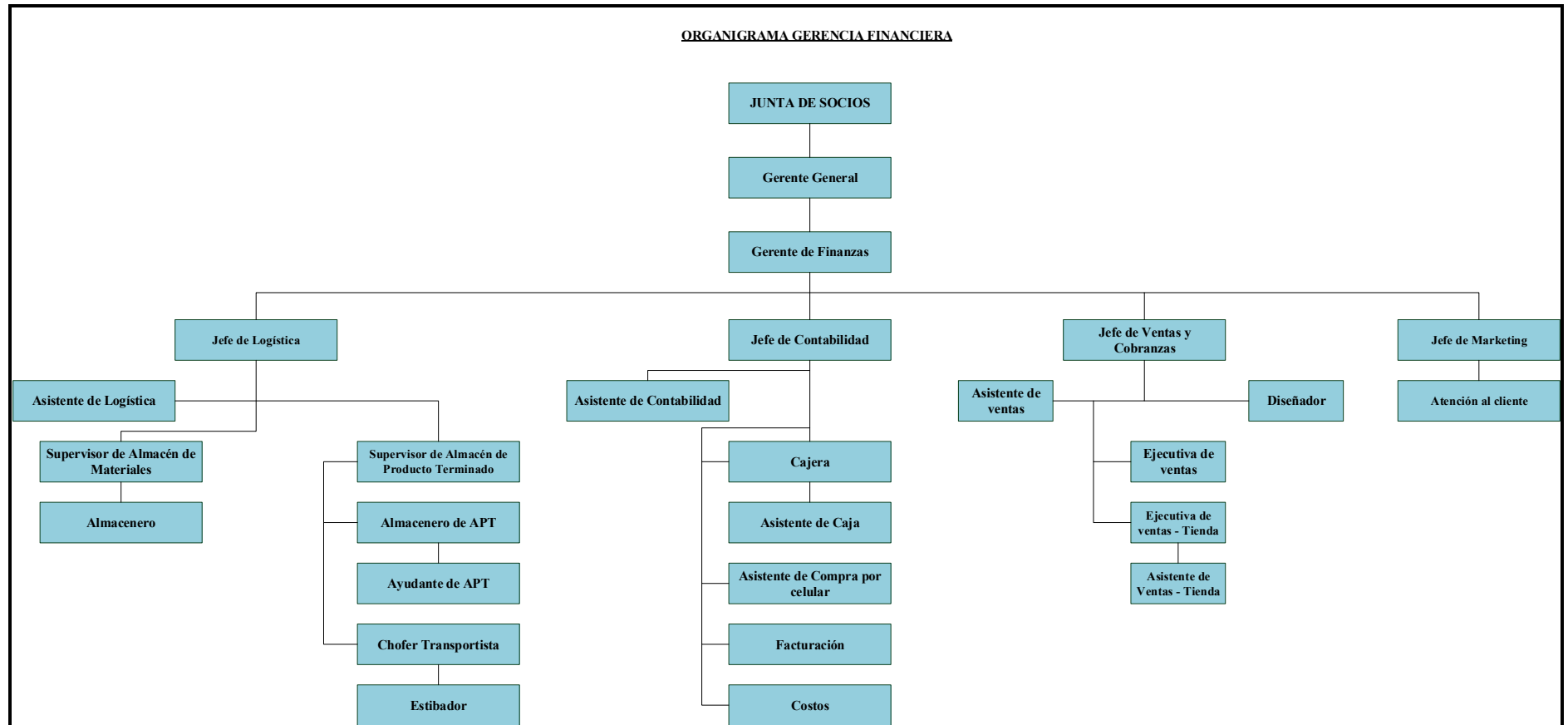


Figura N° 9. Organigrama de la Gerencia Financiera

Fuente: El Águila S.R.L

Gerencia de Planta

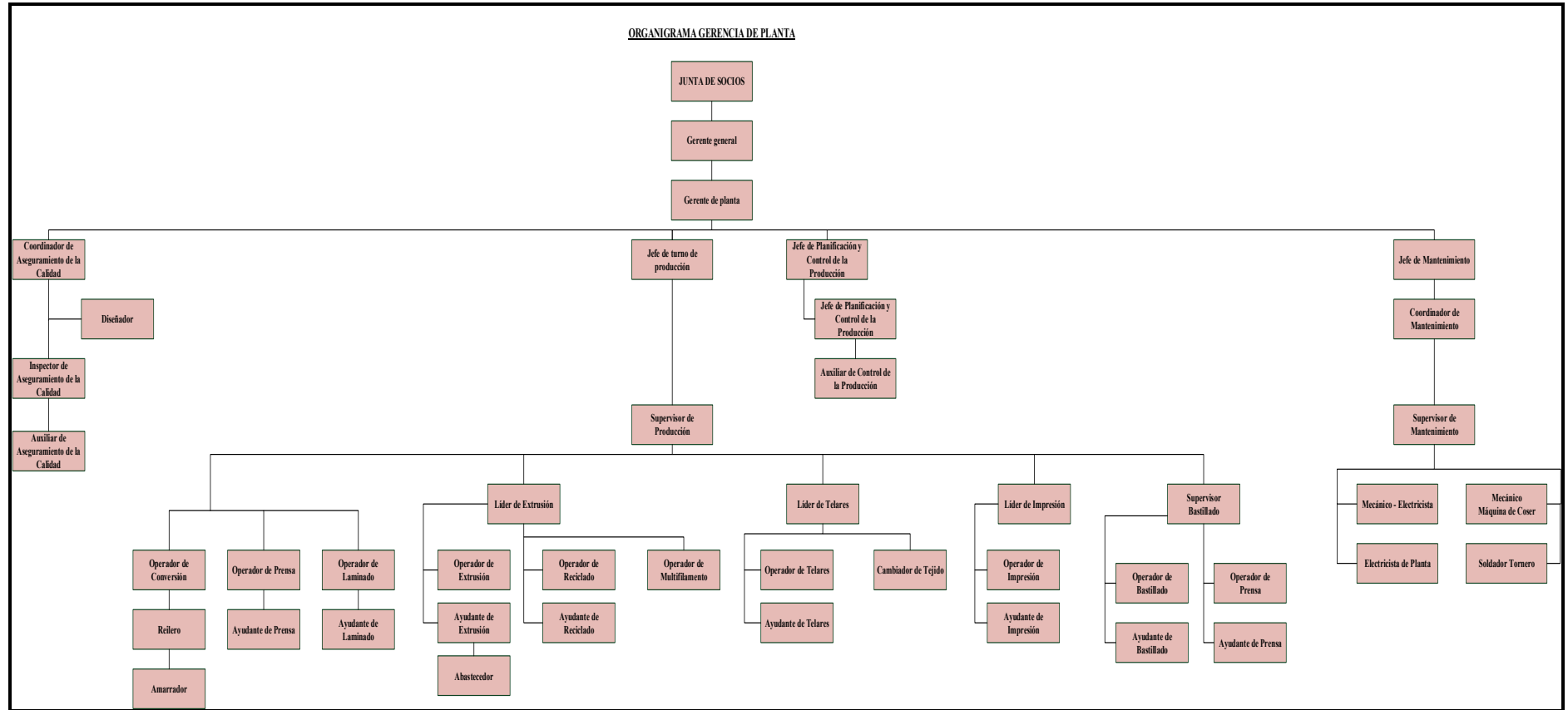


Figura N° 10. Organigrama de la Gerencia de Planta

Fuente: El Águila S.R.L.

Flujograma de procesos

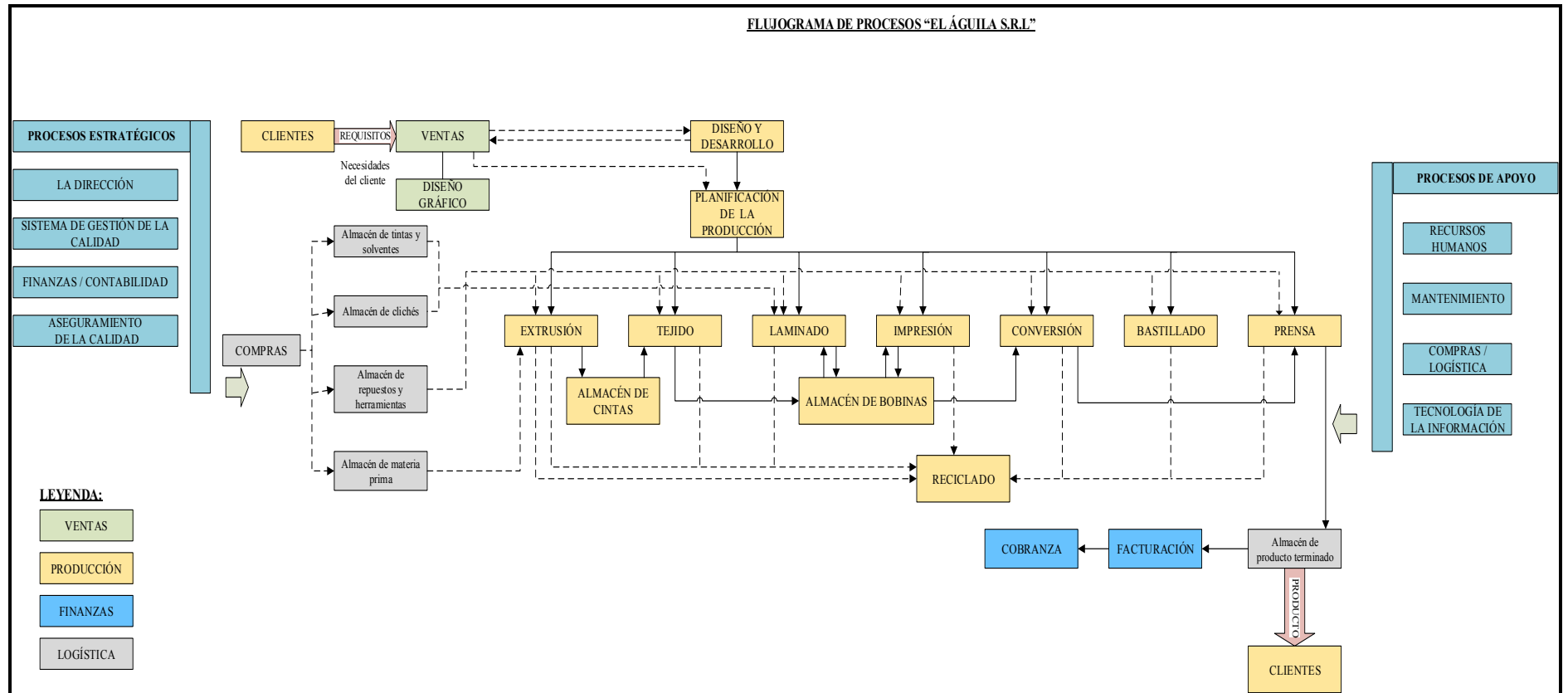


Figura N° 11. Flujograma de procesos.

Fuente: El Águila S.R.L

4.1.1.4 Relación de maquinarias de planta

La infraestructura de la fábrica comprende a grandes rasgos dos naves industriales, un edificio de oficinas administrativas y un almacén de productos terminados, siendo en las áreas de las naves industriales los lugares donde se llevan a cabo la mayoría de las actividades de producción. En esta sección se dan a conocer las diferentes máquinas que se encuentran actualmente en la empresa y que intervienen en los procesos de producción de los diferentes productos de la fábrica, las cuales son utilizadas y manipuladas en las prácticas laborales cotidianas que ejecutan los trabajadores de la empresa.

Tabla 5. Relación de maquinarias de planta.

MÁQUINAS	MARCA	ESTADO
EXTRUSIÓN		
MEZCLADORA 1	CHINA	OPERATIVA
MEZCLADORA 2	CHINA	OPERATIVA
EXTRUSORA 1	STARLINGER	OPERATIVA
EXTRUSORA 2	HUANG SHENG	OPERATIVA
EXTRUSORA 3	HUANG SHENG	OPERATIVA
EXTRUSORA 4	LOHIA	OPERATIVA
EXTRUSORA 5	LOHIA	OPERATIVA
TEJIDO		
TELARES (1-8)	LOHIA STARLINGER	OPERATIVA
TELARES (9-26)	LOHIA	OPERATIVA
TELARES (27-31)	STARLINGER	OPERATIVA
TELARES (32-37)	LOHIA STARLINGER	OPERATIVA
TELARES (38-54)	STARLINGER	OPERATIVA
TELARES (55-87)	LOHIA	OPERATIVA
TELARES JUMBO (1-3)	CHINA	OPERATIVA
TELARES JUMBO (4-8)	LOHIA	OPERATIVA
LAMINADO		
LAMINADORA	STARLINGER	OPERATIVA
IMPRESIÓN		
IMPRESORA 1	FEVAFLEX	OPERATIVA
IMPRESORA 2	FEVAFLEX	OPERATIVA
IMPRESORA 3	CHINA	OPERATIVA
IMPRESORA 4	CHINA	OPERATIVA

Tabla 5: Continuación

MÁQUINAS	MARCA	ESTADO
CONVERSIÓN		
CONVERTIDORA 1	LOHIA	OPERATIVA
CONVERTIDORA 2	LOHIA	OPERATIVA
CONVERTIDORA 3	STARLINGER	OPERATIVA
CONVERTIDORA 4	LOHIA	OPERATIVA
CONVERTIDORA 5	LOHIA	OPERATIVA
CONVERTIDORA 6	LOHIA	OPERATIVA
CONVERTIDORA 7	LOHIA	OPERATIVA
CONVERTIDORA 8	LOHIA	OPERATIVA
CONVERTIDORA 9	SENCAR	OPERATIVA
CONVERTIDORA 10	SENCAR	OPERATIVA
PRENSADO		
PRENSA HIDRÁULICA 1	QUN LI	OPERATIVA
PRENSA HIDRÁULICA 2	QUN LI	OPERATIVA
BASTILLADO		
MÁQUINA DE COSER 1	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 2	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 3	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 4	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 5	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 6	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 7	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 8	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 9	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 10	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 11	NEWLONG	OPERATIVA
MÁQUINA DE COSER 12	NEWLONG	OPERATIVA
RECICLADO		
RECICLADORA	NGR	OPERATIVA
REFRIGERACIÓN DE AGUA		
CHILLER 1	FRIGEL	OPERATIVA
CHILLER 2	FRIGEL	OPERATIVA
CHILLER 3	AQUATECH	OPERATIVA
CHILLER 4	AQUATECH	OPERATIVA
CHILLER 5	AQUATECH	OPERATIVA
BOMBA DE AGUA 1	HIDROSTAL	OPERATIVA
BOMBA DE AGUA 2	HIDROSTAL	OPERATIVA
BOMBA DE AGUA 3	HIDROSTAL	OPERATIVA
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	NACIONAL	OPERATIVA
TORRE DE ENFRIAMIENTO 2	NACIONAL	OPERATIVA
AIRE COMPRIMIDO		
COMPRESOR 1	SULLAIR	OPERATIVA
COMPRESOR 2	SULLAIR	OPERATIVA
COMPRESOR 3	SULLAIR	OPERATIVA
COMPRESOR 4	SULLAIR	OPERATIVA
Total máquinas operativas		146



Figura N° 12. Máquina mezcladora

Fuente: “El Águila S.R.L”



Figura N° 13. Máquina Extrusora Lohia Duotec

Fuente: <http://www.lohiagroup.com/es/duotec>



Figura N° 14. Pasadizo de telares (1-54)

Fuente: “El Águila S.R.L”



Figura N° 15. Telar circular marca Lohia modelo: Nova 6

Fuente: <http://www.lohiagroup.com/es/telares-circulares>

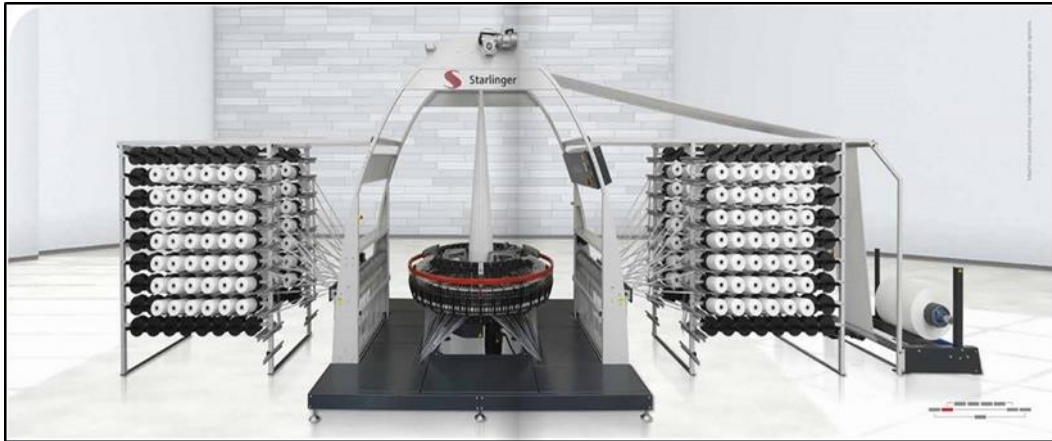


Figura N° 16. Telar circular marca Starlinger modelo Alpha 6

Fuente: <https://www.starlinger.com/es/embalaje/telares-circulares/alpha-60/>



Figura N° 17. Laminadora Starlinger Stacotec 1500

Fuente: <https://docplayer.es/58849992-Universidad-catolica-santo-toribio-de-mogrovejo-escuela-de-contabilidad.html>



Figura N° 18. Impresora flexográfica marca Fevaflex N° 01

Fuente: “El Águila S.R.L”



Figura N° 19. Convertidora marca Starlinger modelo Multikom

Fuente: <https://www.starlinger.com/es/embalaje/confeccion/multikon/>



Figura N° 20. Máquina de coser Newlong usada en el proceso de bastillado de sacos

Fuente: <http://www.wjacob.cl/maquina-para-coser-sacos-new-long-modelo-dh-r6/>



Figura N° 21. Prensa hidráulica para el enfardado de sacos de PP

Fuente: El Águila S.R.L

4.1.1.5 Potencia instalada de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Tabla 6. Potencia instalada de la planta industrial “El Águila S.R.L”

POTENCIA INSTALADA “EL ÁGUILA S.R.L”				
ÁREA	MÁQUINA O EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
EXTRUSIÓN	EXTRUSORA N°01 - STARLINGER	1	488,70	488,70
	EXTRUSORA N°02 – HUANG SHENG	1	415,00	415,00
	EXTRUSORA N°03 – HUANG SHENG	1	450,00	450,00
	EXTRUSORA N°04 – LOHIA DUOTEC	1	586,95	586,95
	MEZCLADORA	2	22,40	44,80
	EXTRUSORA N°05 - MULTIFILAMENTO	1	75,00	75,00
TELARES – NAVE PRINCIPAL	TELAR LOHIA – ACE	8	3,60	28,80
	TELAR LOHIA – NOVA 6	18	5,10	91,80
	TELAR LOHIA – LENO 4	4	3,74	14,96
	TELAR STARLINGER – LENO 4	1	4,22	4,22
	TELAR LOHIA – AXL6	6	3,61	21,66
	TELAR STARLINGER – ALPHA 6	17	4,28	72,76
TELARES – AMPLIACIÓN	TELAR LOHIA NOVA 6	33	5,50	181,50
	TELAR LOHIA 2532	1	5,00	5,00
	TELAR LOHIA 2529	1	5,00	5,00
	JUMBO SYZ-3100 X10S	2	15,37	30,74
	JUMBO SYZ-3100	1	11,74	11,74
	JUMBO LOHIA LSL-620	1	8,50	8,50
JUMBO LOHIA LSL-10	2	16,50	33,00	
LAMINADO	LAMINADORA STARLINGER STACOTEC 1500	1	250,00	250,00
IMPRESIÓN	IMPRESORA FEVAFLEX TAMBOR CENTRAL	1	31,65	31,65
	IMPRESORA FEVAFLEX 2 TAMBORES	1	34,09	34,09
	IMPRESORA RR-1	1	13,00	13,00
	IMPRESORA RR-2	1	13,35	13,35
CONVERSIÓN Y PRENSADO	CONVERTIDORA BCS 850/45	9	10,00	90,00
	CONVERTIDORA BCS	1	8,00	8,00
	PRENSA 01	1	22,40	22,40
BASTILLADO	MAQUINA DE COSER	12	0,55	6,60
	PRENSA 02	1	22,40	22,40
RECICLADO	RECICLADORA NGR	1	132,00	132,00
	CHILLER PIOVAN	1	38,60	38,60
REFRIGERACIÓN DE AGUA	CHILLER 1 – FRIOGEL LAMINADORA	1	40,00	40,00
	CHILLER 2 – FRIOGEL EXTRUSORA 1	1	90,00	90,00

Tabla 6: Continuación

ÁREA	MÁQUINA O EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
REFRIGERACIÓN DE AGUA	BOMBA DE AGUA 1 – EXTRUSORA HUANG SHENG 2	1	4,50	4,50
	BOMBA DE AGUA 2 – EXTRUSORA HUANG SHENG 3	1	4,50	4,50
	VENTILADOR – TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	1	4,50	4,50
	VENTILADOR – TORRE DE ENFRIAMIENTO 2	1	1,50	1,50
	VENTILADOR – TORRE DE ENFRIAMIENTO 3	1	1,50	1,50
AIRE COMPRIMIDO	COMPRESOR DE AIRE 1 SULLAIR	1	37,30	37,30
	COMPRESOR DE AIRE 2 SULLAIR	1	37,30	37,30
	COMPRESOR DE AIRE 3 SULLAIR	1	22,40	22,40
	COMPRESOR DE AIRE 4 SULLAIR	1	22,40	22,40
ILUMINACIÓN	LUMINARIAS Y REFLECTORES	531	2 x 36W, 400W, 200W	46,46
POTENCIA INSTALADA TOTAL (KW)				3 685,58

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.6 Productos que se elaboran en la planta industrial “El Águila S.R.L”

El saco de polipropileno es un producto tubular fabricado con rafia de polipropileno, carbonato y aditivos como pigmentos de color (Masterbach); pueden ser o no laminados y son confeccionados con materia prima virgen lo cual permite que la vida útil del producto sea más larga.

Actualmente la empresa “El Águila S.R.L” está encaminada a la elaboración de 6 productos principales, los cuales se enumeran a continuación:

- Sacos tejidos.
- Sacos laminados.
- Sacos con fuelle.
- Sacos con impresión (según los requerimientos del cliente).
- Telas Arpilleras.

De acuerdo a la finalidad para la cual son fabricados los sacos y telas de polipropileno se pueden clasificar en:

- Sacos arroceros: los cuales son utilizados para el envasado de arroz, este tipo de sacos pueden ser tejidos o laminados.
- Sacos leno: son utilizados para el envasado de cebolla, limón o algún tipo de tubérculo, son sacos exclusivamente tejidos.
- Sacos cosecheros: son sacos de color negro para envasar pajilla de arroz, generalmente tejidos.
- Telas arpilleras: la tela arpillera es usada como protección de techo y pared, en galpones para crianza de aves, secado de café, cierre en la parte inferior en tapizados de muebles, sombra, cercar patios, cercar áreas, etc.



Figura N° 22. Principales marcas de la empresa “El Águila S.R.L”

Fuente: “El Águila S.R.L”

4.1.1.7 Flujo del proceso de producción del saco de polipropileno

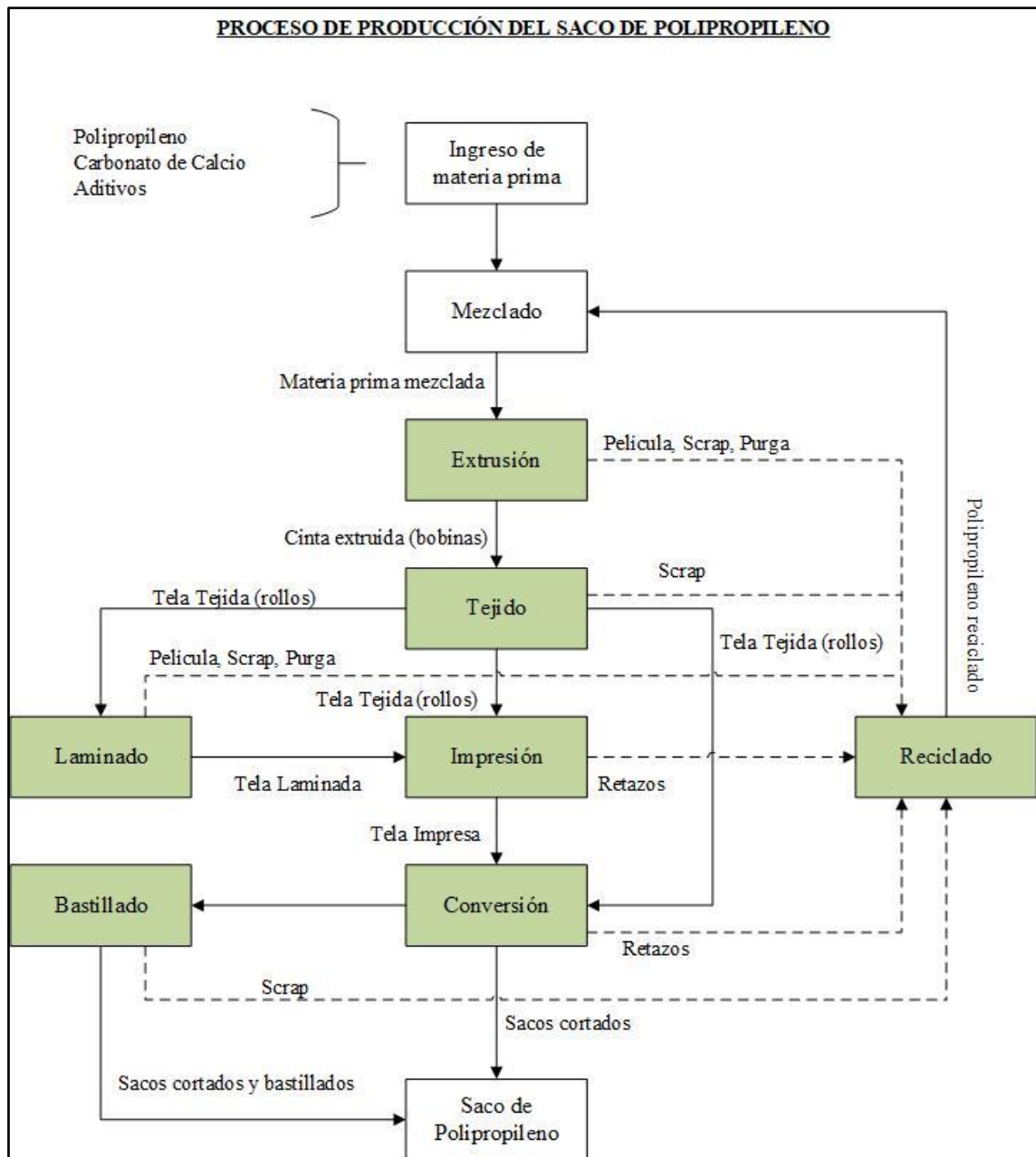


Figura N° 23. Flujo del proceso de producción del saco de polipropileno

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.8 Descripción del proceso productivo

Concepto de Proceso de producción

Un proceso de producción es un conjunto de actividades encaminadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes y/o servicios. Toman parte en este proceso la información y la tecnología que interactúan con las personas. Siendo el fin último la satisfacción de la demanda [20].

A continuación, se describe el proceso de producción de la elaboración de sacos de polipropileno:

Tabla 7. Proceso de producción del saco de polipropileno en la planta industrial “El Águila S.R.L”

Etapas del proceso productivo	Descripción de actividades
Ingreso de materia prima	Las principales materias primas utilizadas son: Polipropileno, Carbonato de calcio y pigmentos (Masterbatches). Estas materias primas llegan empacadas en 35 kg y son recepcionadas en el almacén de materias primas de la planta el cual es un loca abierto pero con techo alto lo que permite que estas se encuentren protegidas del sol y a temperatura ambiente.
Mezclado	Antes del proceso de extrusión, se mezclan la materia y sus aditivos de acuerdo a una formulación dada por el supervisor del área y de esta formulación van a depender las características de la cinta que se quiere procesar. La planta cuenta con dos mezcladoras que realizan este proceso especialmente para las extrusoras Huang Sheng ya que éstas son menos modernas que las extrusoras de marca Starlinger y Lohia.
Extrusión	El proceso de extrusión en la planta industrial “El Águila S.R.L” se realiza con la ayuda de cuatro máquinas extrusoras de diferentes marcas. En el proceso de extrusión generalmente el polímero es alimentado en forma sólida y sale de la extrusora en forma líquida, luego el material fundido sale del tornillo extrusor para ser solidificada a través de un baño en una tina de agua fría con temperaturas de entre 30 y 45 °C. El agua que se pega a la película se elimina por medio de un rodillo de goma y un rodillo de metal, que tratarán de controlar el avance del agua, luego la película pasa a la Unidad Cortadora donde un rodillo porta-cuchillas corta las cintas de acuerdo al parámetro “Ancho de corte” que es la distancia entre las cuchillas que se encuentran insertadas en el rodillo porta –cuchillas para producir un artículo de sección transversal constante y en definición de longitud indefinida. Este artículo producido es la llamada cinta de polipropileno la cual es almacenada en forma de bobina para ser luego despachada al almacén de cintas.
Tejido	Las bobinas de hilo rafias producidas en el proceso de extrusión se enhebran en máquinas circulares o planas llamadas telares que tejen hilos verticales llamados urdimbre con hilos horizontales llamados trama. Los telares circulares

	<p>tejen los hilos que pasan por un aro que determina el ancho de la tela a producirse.</p>
Laminado	<p>Después del proceso de tejido dependiendo del tipo de saco a producir (tejido, laminado, con fuelle, con impresión, arpilleras o mantas) los rollos pasan al área de laminado donde se le añade al saco una película de polipropileno como recubrimiento, lo cual ayuda a la calidad de impresión y a su permanencia en el tiempo, por su construcción brinda al producto empacado protección contra la humedad y elementos contaminantes, además evita pérdidas del contenido.</p>
Impresión	<p>El proceso de impresión de sacos de polipropileno se realiza generalmente con la ayuda de impresoras flexográficas que pueden imprimir de forma manual (saco a saco) o de forma automática (rollo a rollo). Las impresoras flexográficas pueden variar por velocidad, cantidad de colores que puede imprimir, medidas máximas y mínimas de cada saco, entre otras</p> <p>En el caso de la planta industrial “El Águila” se trabaja con dos impresoras flexográficas de 6 y 12 colores respectivamente, los sacos después de ser tejidos y laminados pasan a las impresoras flexográficas, donde antes de ser impresos reciben el llamado “tratamiento corona”, una vez recibido este tratamiento el proceso de impresión se centra en el trabajo conjunto de las siguientes partes: el anilox, el tambor porta-cliché, y la racla, juntos estos elementos trabajan de la siguiente manera: la racla distribuye uniformemente la tinta sobre el anilox, luego el anilox transmite la tinta al cliché el cual se encuentra apoyado en el rodillo porta-cliché, este cliché es presionado sobre la superficie del saco dejando la imagen impresa sobre él, luego la tinta impresa sobre los sacos es secada con ayuda de hornos de resistencias los cuales se ubican en la parte superior de la impresora.</p> <p>Una vez que se ha terminado de imprimir un rollo, se le identifica con su respectiva tarjeta “Kanban”.</p>
Conversión	<p>El proceso de Conversión trata principalmente del corte de la manga (Tejida o Laminada), el proceso se inicia cuando la manga es cargada al carril de la máquina convertidora.</p> <p>Luego el operador se encargará de pasar correctamente la tela por los rodillos de arrastre hasta llegar a la recámara de corte donde está la cuchilla de corte ya sea caliente o fría, según el saco a producir.</p> <p>El operador será el encargado de regular los parámetros de la convertidora (ancho, largo, tiempo de corte, temperatura de cuchilla).</p> <p>Luego deberá regular la velocidad expresada en sacos por minuto, rpm de la máquina de coser, rpm de la faja transportadora, etc.</p> <p>Cada vez que la máquina desplace 10 unidades sobre el carril, el operador cogerá el paquete y lo trasladará hacia su mesa para el conteo e inspección. La inspección de los sacos se realizará por ambas caras.</p>
Bastillado	<p>El supervisor del área de bastillado recibe la producción del área de conversión destinada a ser bastillada y la dispone en un lugar adecuado para su almacenamiento.</p> <p>El bastillado consiste en hacer costuras laterales al saco de polipropileno para otorgarle firmeza.</p>

	El bastillado puede ser de dos tipos: interno o externo. El supervisor de bastillado destina a cada operario la cantidad y tipo de saco o tela tejida a bastillar.
--	--

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.9 Descripción de las instalaciones eléctricas en media tensión de la planta industrial “El Águila S.R.L”

La planta industrial cuenta actualmente con dos suministros de energía en media tensión de 22.9 KV. La empresa suministradora de energía eléctrica es Electronorte S.A a través de contratos de suministro de energía en la modalidad de “cliente libre”, conectado al SEIN no sujeto a regulación de precios por la energía o potencia que consumen.

A continuación, se muestra un cuadro resumen con las características principales de los actuales suministros de energía a diciembre del 2018:

Tabla 8. Descripción de las características de los suministros de energía eléctrica de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Descripción	Sumistro N°01	Suministro N°02
Código de Suministro	38168117	25969783
Empresa suministradora	Electronorte S.A	Electronorte S.A
Nivel de tensión	22,9 KV	22,9 KV
Tipo de Usuario/Tarifa	Cliente libre/MT1	Cliente libre/MT1
Potencia Contratada	1000 KW	484 KW
Facturación de potencia	Demanda máxima mensual en horas punta coincidente con el SEIN.	Potencia máxima mensual registrada, a partir de los diagramas de carga integrados cada 15 minutos.
Precio de la Energía	HP: 0,028\$/KWh	HP: 0,0315\$/KWh
HP/HFP	FP: 0,028\$/KWh	FP: 0,0296\$/KWh
Fecha de inicio de contrato	01/05/2018	01/07/2016
Fecha de término de contrato	31/12/2022	31/12/2019

Fuente: Elaboración propia basada en los datos de la empresa “El Águila S.R.L”.

Los alimentadores de energía eléctrica ingresan a una Sub-Estación principal denominada “PPM” Puesto de Protección y Medición, donde se encuentran las celdas de protección, medición y maniobra, luego siguen su recorrido en forma subterránea hasta las Sub-Estaciones interiores denominadas “A”, “B” y “C” según se muestran en la figura 34:

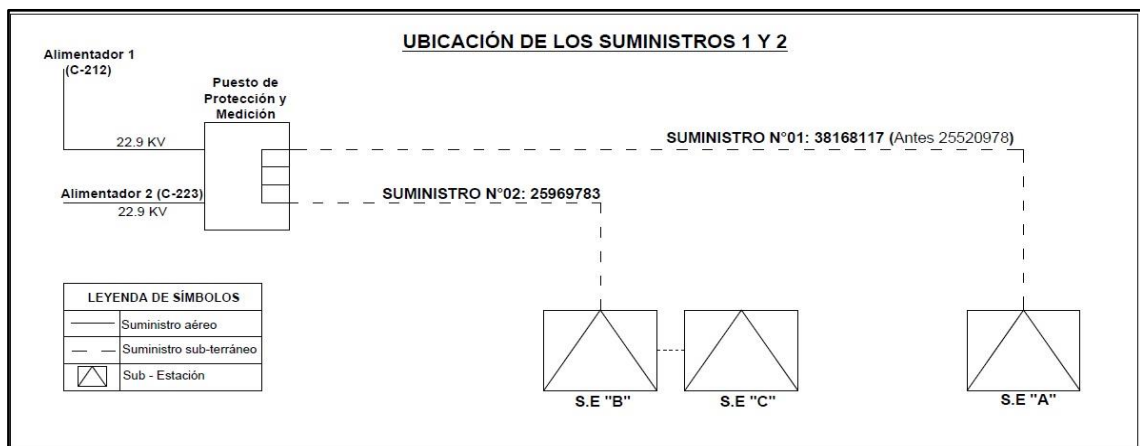


Figura N° 24. Ubicación de los suministros 1 y 2 de la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L”

Fuente: Elaboración propia

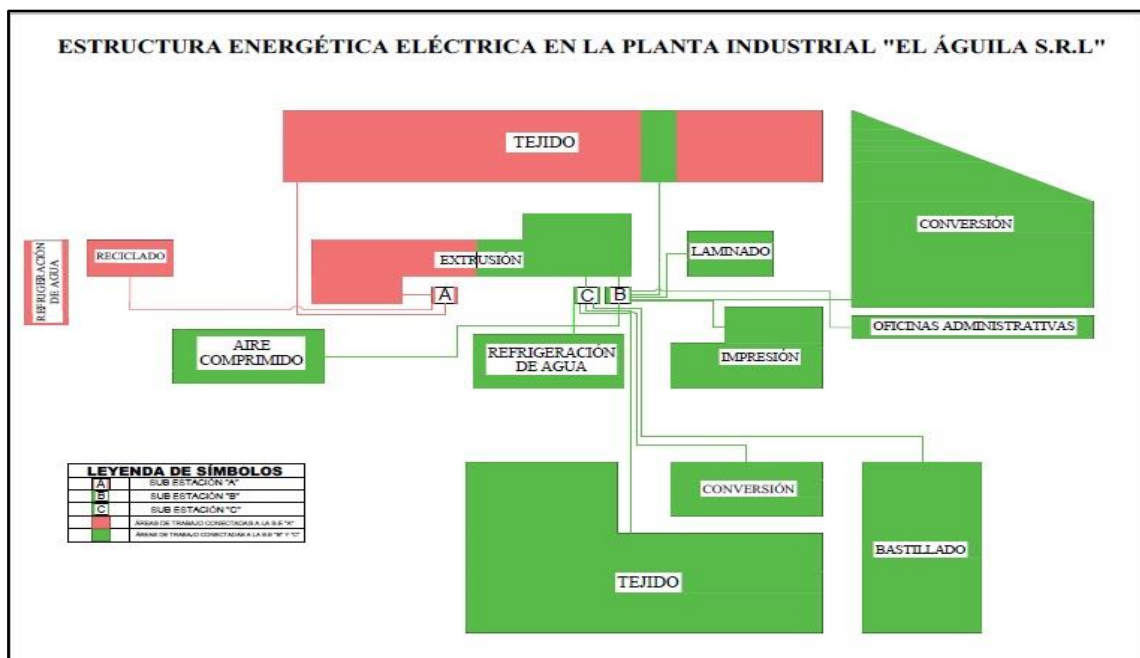


Figura N° 25. Distribución de la energía eléctrica en la planta industrial “El Águila S.R.L”

Fuente: Elaboración propia

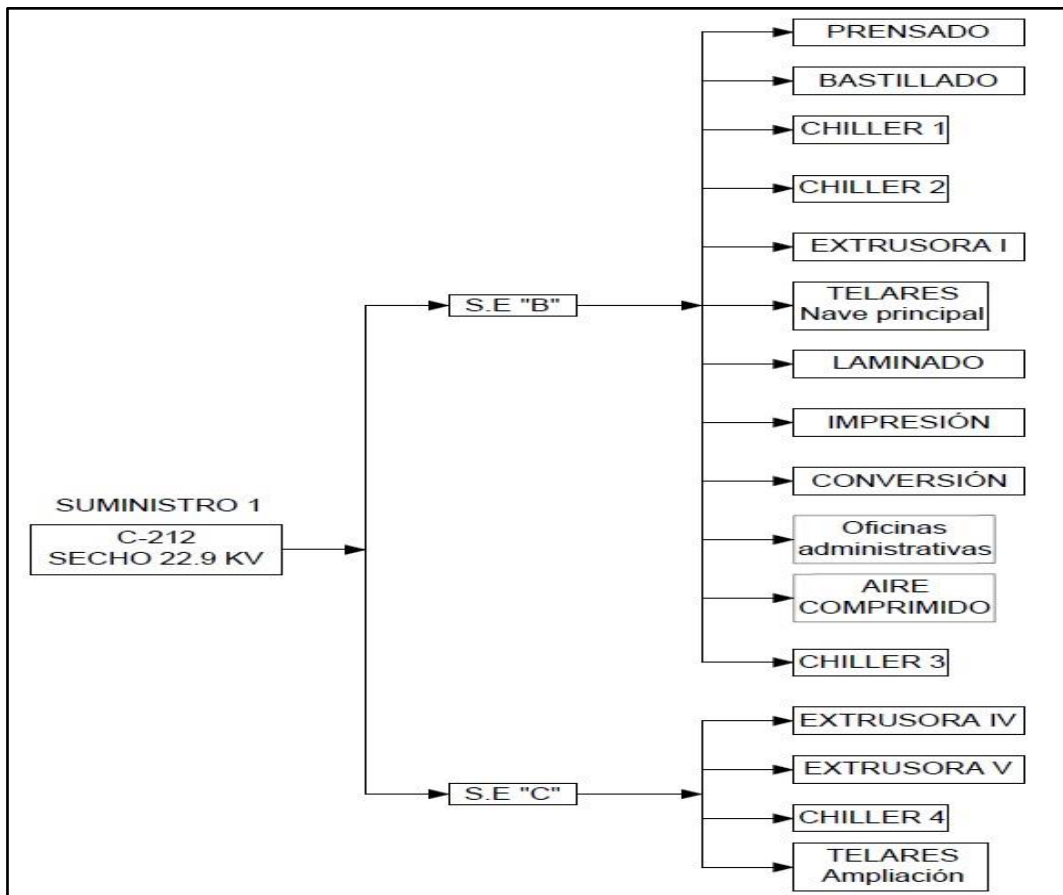


Figura N° 26. Distribución energética eléctrica de las Sub Estaciones B y C

Fuente: Elaboración propia

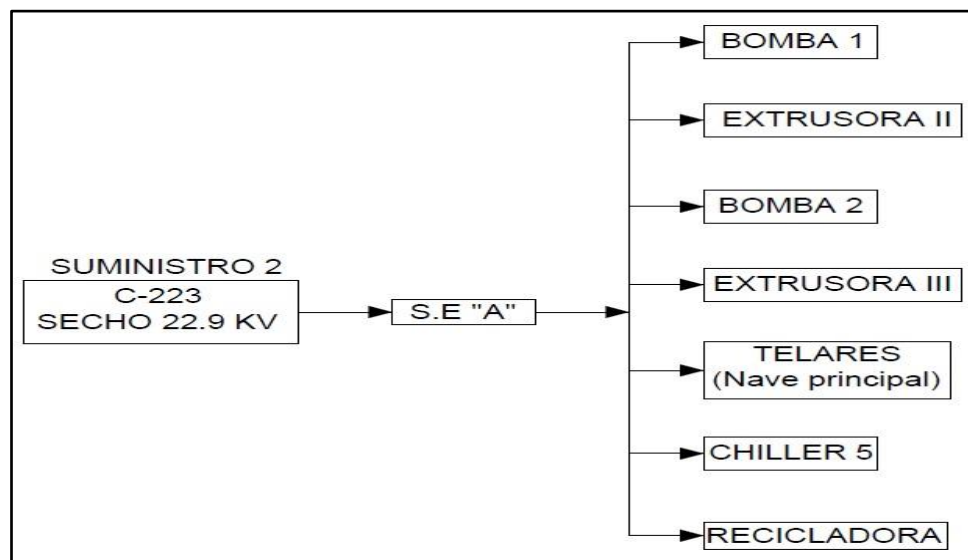


Figura N° 27. Distribución energética eléctrica para la Sub Estación A

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.10 Descripción del equipamiento del Puesto de medición y protección

El equipamiento se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 9. Descripción del equipamiento del Puesto de medición y protección

Descripción	Suministro N° 01 (38168117)	Suministro N° 02 (25969783)
Sistema de Utilización		
Punto de entrega	Estación Aérea	Estación Aérea
Circuito de alimentación	C-212/22,9 KV SECHO	C-223/22,9 KV SECHO
Medición Media Tensión		
Tipo	Exterior en poste	Interior en celda JOPAING SAC
Equipo de medición	Trafomix-RESELEC	Trafomix-RESELEC
Relación de tensión	22,9/0,22 KV	22,9/0,22 KV
Relación de corriente	30-60/5A	30-60/5A
Protección		
Celda de remonte	DRC UNISEC 24 KV - ABB	GAME 2 – SCHNEIDER ELECTRIC
Celda de protección	SDC UNISEC 24 KV- ABB con seccionador SF6.	DM1 – Interruptor con relé SPAM Schneider Electric.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.11 Descripción del equipamiento de las Sub-Estaciones Eléctricas

El equipamiento de las Sub Estaciones Eléctricas de la planta industrial” El Águila S.R.L” es el que se muestra a continuación:

Tabla 10. Equipamiento de las Sub Estaciones Eléctricas de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Equipamiento	Sub Estación A	Sub Estación B		Sub Estación C
Celda de llegada	GAME 2 / SCHNEIDER ELECTRIC	Mampostería con seccionador fusible		GAME 2 / SCHNEIDER ELECTRIC
Celda de Protección del Transformador	QM con Seccionador fusible Scheneider Electric	Mampostería con bases portafusibles CEF		QM con seccionador fusible Schneider Electric
Transformador	En aceite, 3Φ	En aceite, 3Φ		En aceite,3 Φ
Potencia (KVA)	1250	630	630	1250
Marca	RESELEC	PROMELSA	PROMELSA	ABB
Relación de transformación	22,9/0,40-0,23 KV	22,9/0,40-0.23 KV	22,9/0,40-0.23 KV	22,9/0,40-0,23 KV
Grupo de conexión	Dyn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5
Año Fabricación	2018	2012	2013	2018
Tableros B.T. Instalación principal	Metálico autosoportado 2(3 x 800 A)	Metálico autosoportado 3 x 1600 A	Metálico autosoportado 3 x 1600 A	Metálico autosoportado 3 x 2000 A
Banco de condensadores	2(320 KVAR)	185 KVAR	160 KVAR	450 KVAR

Fuente: Elaboración propia.

La energía eléctrica se usa en todos los procesos productivos, como energía motriz y a su vez en los servicios industriales.

4.1.2 Análisis inicial de diagnóstico de cumplimiento con los requisitos de la norma NTP-ISO 50001:2012

En este apartado se muestran los resultados de la evaluación preliminar de la actual gestión energética de la empresa y se identificó el nivel de cumplimiento en el que se encuentra con respecto a los requisitos de la norma NTP-ISO 50001:2012.

4.1.2.1 Requisitos generales

En la planta industrial “El Águila S.R.L” no se ha diseñado, ni documentado y menos implementado un SGE, por lo cual no se han destinado los recursos necesarios para establecer, documentar y mantener en vigencia este tipo de sistema, también se debe mencionar que dentro de la planta los supervisores de área, los líderes de grupo, así como los operarios de las máquinas y demás trabajadores no tienen una idea clara de los beneficios que puede proporcionar a la planta el establecimiento, implementación y mantenimiento de un SGE, ya sea por desconocimiento, poca información o simplemente porque no se ha dado la importancia debida a este tema dentro de las prácticas diarias de la organización.

-Tabla 11. Análisis inicial de diagnóstico de la NTP-ISO 50001:2012 en la etapa de Requisitos generales

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA NTP-ISO 50001:2012			
Puntos de la Norma ISO 50001	CC	CP	NC
4.1 REQUISITOS GENERALES			
¿La organización ha establecido y documentado un SGE de acuerdo a los requisitos de la NTP-ISO 50001:2012.			X
¿La organización ha definido y documentado el alcance y los límites de su SGE?			X
¿La organización ha determinado como cumplirá los requisitos de esta NTP con el fin de lograr una mejora continua de su desempeño energético?			X
Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple parcialmente, NC: No cumple			
Calificación: Marcado:1, En blanco: 0			

Fuente: NTP-ISO 50001:2012.

Tabla 12. Resultado del diagnóstico en la etapa de Requisitos generales.

Cuadro resumen de resultados			
	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Total	0	0	3
Porcentaje	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

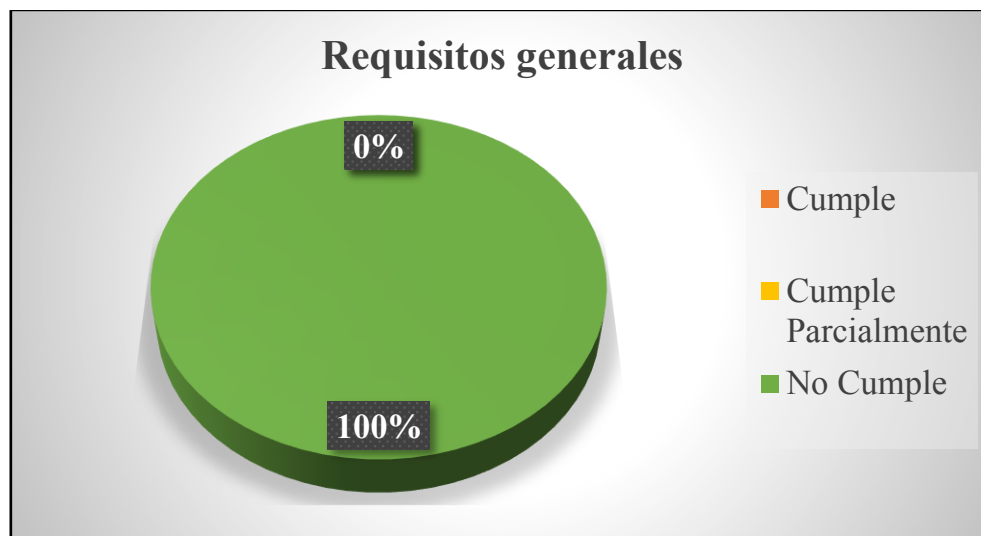


Figura N° 28. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.1: requisitos generales

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2 Responsabilidad de la dirección

Es importante señalar que la planta industrial “El Águila S.R.L” cuenta con los servicios y asesoramientos permanentes de la empresa de servicios energéticos eléctricos “JOPAING SAC” la cual desde el año 2016 viene desarrollando y asesorando proyectos electromecánicos en la mencionada planta industrial en beneficio de la empresa, tales como ampliaciones de potencia, mantenimiento eléctrico y asesoramiento en los contratos de energía con la ENSA S.A, buscando siempre mejorar el desempeño energético y la eficiencia energética eléctrica de la planta.

Durante los últimos años la alta dirección, ha venido paulatinamente tomando conciencia de la importancia de la gestión energética manifestando este interés en conseguir mejores precios de la energía eléctrica a través de la celebración

de nuevos contratos de energía con la empresa concesionaria, así como el cambio de condición de cliente regulado (hasta el año 2016) a cliente libre en el cual permanece actualmente. Todo esto debido al incremento anual del consumo de energía eléctrica debido a ampliaciones de potencia y a la búsqueda de mejores precios de la energía eléctrica.

Por lo tanto, en cuanto a la designación de un gestor energético en la planta, este requisito se ha cumplido parcialmente ya que la alta dirección siempre confía los proyectos energético-eléctricos al ingeniero Jorge Paiva Quesquén el cual es el ingeniero senior de la empresa JOPAING SAC y es el encargado de ejecutar los proyectos electromecánicos en la planta, el cual de acuerdo a este trabajo de investigación sería el potencial gestor energético ya que cuenta con amplios conocimientos de como es el funcionamiento interno de la planta y de la estructura energética-eléctrica de la misma.

Sin embargo, es necesario un mayor compromiso de la alta dirección para con la gestión energética estableciendo y documentando su decisión de designar a un gestor energético senior y su asistente junior los cuales estarán a cargo de las labores propias de la gestión energética. Este mayor compromiso de la alta dirección le permitirá a la planta industrial “El Águila S.R.L” establecer, operar y mantener un SGEEn sostenible a lo largo del tiempo.

Tabla 13. Análisis inicial de diagnóstico de la NTP-ISO 50001:2012 en la etapa de Responsabilidad de la Dirección

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA NTP-ISO 50001:2012			
4.2 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN	C	CP	NC
4.2.1 Alta dirección			
¿La alta dirección ha definido una política energética?			X
¿La alta dirección ha designado un gestor energético?		X	
¿La alta dirección ha suministrado los recursos necesarios para establecer y mantener un SGen?			X
¿Se definieron los alcances y límites del SGen?			X
¿Se ha comunicado la importancia de la gestión energética dentro de la organización?		X	
¿Se han establecido objetivos energéticos y metas energéticas?			X
¿Se han definido los IDE apropiados para la organización?			X
¿Se ha considerado el desempeño energético en la planificación de la empresa a largo plazo?			X
¿Se identificó a la o las personas, con la autorización por parte del nivel apropiado de la dirección, para trabajar con el representante de la dirección en apoyo a las actividades de gestión de la energía?	X		
¿Se les informó a la alta dirección acerca del desempeño energético de la organización?			X
Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple parcialmente, NC: No cumple.			
Calificación: Marcado:1, En blanco: 0			

Fuente: NTP-ISO 50001:2012.

Tabla 14. Resultado del diagnóstico en la etapa de Responsabilidad de la dirección

	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Total	1	2	7
Porcentaje	10%	20%	70%

Fuente: Elaboración propia.

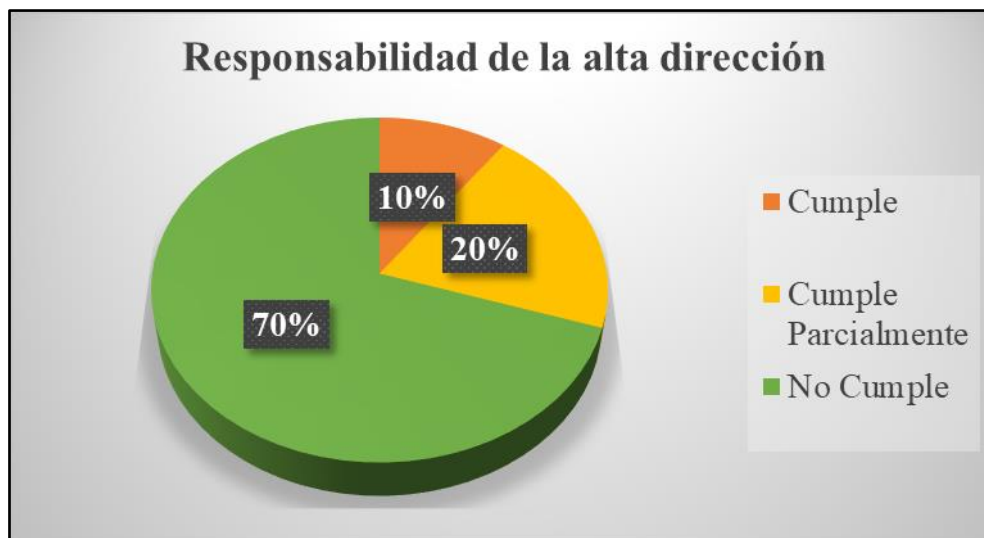


Figura N° 29. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.2: responsabilidad de la dirección

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3 Política energética

La empresa “El Águila S.R.L” no cuenta con una política energética definida y documentada, por lo cual dentro de este marco no se tiene todavía el apoyo necesario para la adquisición de productos y/o servicios que mejoren el desempeño energético de la planta.

Tabla 15. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Política energética

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA NTP-ISO 50001:2012			
Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
4.3 POLÍTICA ENERGÉTICA			
¿La política energética incluye un compromiso de mejora continua del desempeño energético?			X
¿Incluye el compromiso de proporcionar la información y los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y metas energéticas?			X
¿Incluye el compromiso de cumplir con todos los requisitos legales y otros que apliquen?			X
¿La política energética apoya la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes?			X
¿La política energética fue documentada y comunicada a todos los niveles de la organización?			X
¿Está sujeta a actualizaciones periódicas?			X
Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple			
Calificación: Marcado: 1, En Blanco: 0			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Resultado del diagnóstico en la etapa de Política energética

	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Total	0	0	6
Porcentaje	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

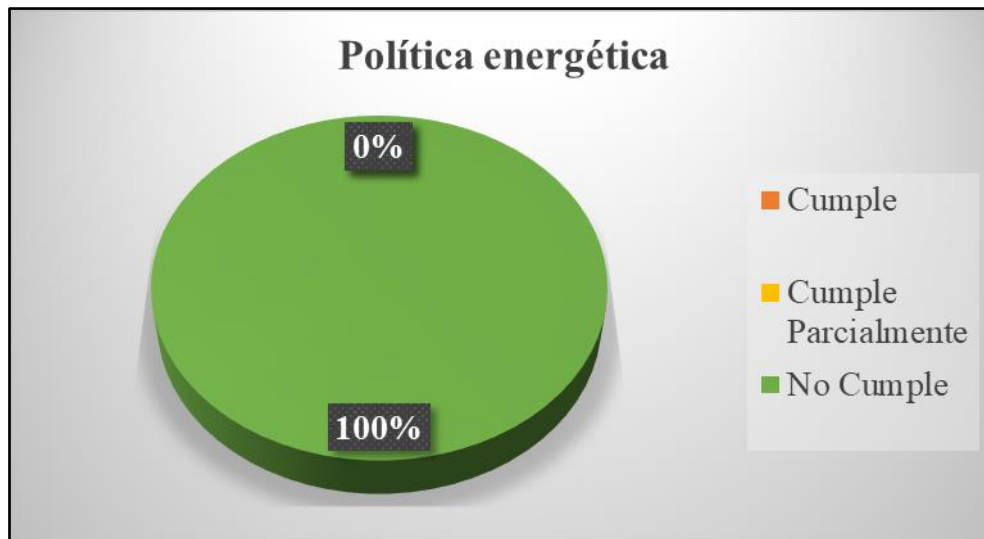


Figura N° 30. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.3: Política energética

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4 Planificación energética

Debido a que en la planta industrial “El Águila S.R.L” hasta ahora no se había considerado el diseño e implementación de un sistema de gestión de la energía eléctrica, no ha habido una planificación para lograr mejoras en el sistema eléctrico, solo se realizan las actividades diarias de mantenimiento de los equipos, y si es necesario reparaciones de los mismos.

Tabla 17. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Planificación energética

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA NTP-ISO 50001:2012			
Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
4.4 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA			
4.4.1 Generalidades			
¿La empresa ha dirigido y documentado un proceso de planificación energética?			X
4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos			
¿Se han identificado y ejecutado todos los requisitos legales y otros aplicables a la empresa?			X
¿Se realiza una revisión periódica de los requisitos legales y de otro tipo?			X

4.4.3 Revisión energética		
¿La empresa ha llevado a cabo una revisión energética y esta se encuentra documentada?		X
4.4.4 Línea de base energética		
¿Se ha establecido una o más líneas de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y se ha continuado su desarrollo según ha sido necesario?		X
4.4.5 Indicadores de desempeño energético		
¿Se ha identificado los correspondientes IDEns y son revisados con regularidad?		X
4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía		
¿Se han establecido metas y objetivos estratégicos y operativos para plazos fijos, basados en el trabajo preliminar?		X
¿Se elaboró un plan de acción teniendo en cuenta la designación de responsabilidades, los recursos necesarios, periodos de tiempo para el logro de objetivos y el método de verificación de la mejora del desempeño energético?		X
¿Las metas, objetivos y planes de acción han sido documentados y se revisan regularmente?		X
Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple parcialmente, NC: No cumple		
Calificación: Marcado: 1, En Blanco: 0		

Fuente: NTP-ISO 50001:2012.

Tabla 18. Resultado del diagnóstico en la etapa de Planificación energética

	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Total	0	0	9
Porcentaje	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 31. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.4: Planificación energética

Fuente: Elaboración propia.

Hay que tener en cuenta que el personal que labora en las diferentes áreas productivas de la planta no tiene conocimiento sobre los valores promedio de consumo de energía eléctrica de cada una de las áreas y equipos que intervienen en los procesos de producción de los sacos y mantas de polipropileno ya que solo se manejan datos que se obtienen de los recibos de energía eléctrica de la planta.

Se debe considerar que hasta antes de este trabajo de investigación no se tenía un conocimiento claro del consumo de energía eléctrica promedio de las áreas y equipos más significativos de la planta, por lo cual esto desembocaba a que los esfuerzos en las mejoras del desempeño energético de la planta no se hayan direccionado correctamente a las áreas en donde sí tendrían un mayor impacto sobre el desempeño energético de la misma.

Por lo tanto, el desarrollo de una evaluación del uso y consumo de la energía de las principales cargas eléctricas de la planta nos ha permitido identificar una serie de oportunidades generales y acciones para mejorar el desempeño energético de la misma.

4.1.2.5 Implementación y operación

En la empresa se da capacitación al personal en cada una de las áreas productivas relacionadas con la reducción y mantenimiento de equipos e instalaciones que conforman el proceso de fabricación del saco de polipropileno, más no ha habido capacitaciones relacionadas al sistema de gestión energética eléctrica que se pretende establecer y posteriormente implementar en la planta; por lo cual no se ha desarrollado una cultura de ahorro y eficiencia energética que debería existir en la organización.

Tabla 19. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Implementación y Operación

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA NTP-ISO 50001:2012			
Puntos de la Norma NTP-ISO 50001:2012	C	CP	NC
4.5 IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN			
4.5.1 Generalidades			
¿La organización ha utilizado los planes de acción y otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y operación del SGEN?			X
4.5.2 Competencia, entrenamiento y toma de conciencia			
¿Los empleados y personal externo relevante han sido capacitados lo suficiente respecto a los usos significativos de la energía?			X
¿Se han mantenido los registros apropiados de estas capacitaciones?			X
Los empleados y personal externo relevante son conscientes de:			X
La importancia de cumplir con la política energética.			X
Los procedimientos y requisitos del SGEN.			X
Sus funciones y responsabilidades para cumplir con los requisitos del SGEN.			X
Los beneficios de mejorar el desempeño energético.			X
El impacto potencial, con respecto al consumo de energía de sus actividades.			X
4.5.3 Comunicación			
¿La organización ha comunicado internamente la información relacionada con su desempeño energético y su SGEN?			X

¿Se ha establecido e implementado un proceso para el cual todos los empleados puedan hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGEN?			X
¿La organización decidió comunicar o no externamente su política energética?			X
¿La organización decidió comunicar o no externamente información relacionada con su desempeño energético y su SGEN? ¿Esta decisión está documentada?			X
4.5.4 Documentación			
4.5.4.1 Requisitos de la documentación			
¿La documentación incluye el alcance y los límites del SGEN, la política energética, los objetivos energéticos, metas energéticas, planes de acción y otros documentos determinados por la organización como necesarios?			X
4.5.4.2 Control de los documentos			
¿Se realiza una revisión adecuada a los documentos antes de su uso?		X	
¿Se revisan y actualizan periódicamente?			X
¿Se muestra claramente la trazabilidad de los cambios y el estado de la revisión?			X
¿Las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso?			X
¿Los documentos son legibles y fáciles de identificar?		X	
¿Los documentos externos relevantes para el SGEN son identificados y distribuidos?			X
¿Se impide el empleo de documentos obsoletos?			X
¿Se conservan documentos antiguos, según sea necesario?			X
4.5.5 Control operacional			
¿Se han establecido criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los USE?			X
¿Se hace operación y mantenimiento a los equipos de los USE de acuerdo a los criterios de desempeño energético?			X
¿Se comunica de manera apropiada la información de operación energética eficaz a los empleados que correspondan?			X
4.5.6 Diseño			

¿Se tienen en cuenta las oportunidades de mejora del desempeño energético en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas de equipos, sistemas y procesos que puedan tener un impacto significativo en su desempeño energético?		X	
¿Los diseños son documentados?		X	
4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía			
¿Se informa a los proveedores de servicios de energía o equipos que afecten a los USE que las compras serán evaluadas de acuerdo a los criterios de desempeño energético establecidos por la organización?			X
¿La organización ha definido y documentado los criterios de adquisición de servicios de energía, para un uso efectivo de esta?			X
Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple parcialmente, NC: No cumple			
Calificación: Marcado: 1, En Blanco: 0			

Fuente: NTP-ISO 50001:2012.

Tabla 20. Resultado del diagnóstico en la etapa de Implementación y Operación

	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Total	0	4	24
Porcentaje	0%	14%	86%

Fuente: Elaboración propia.

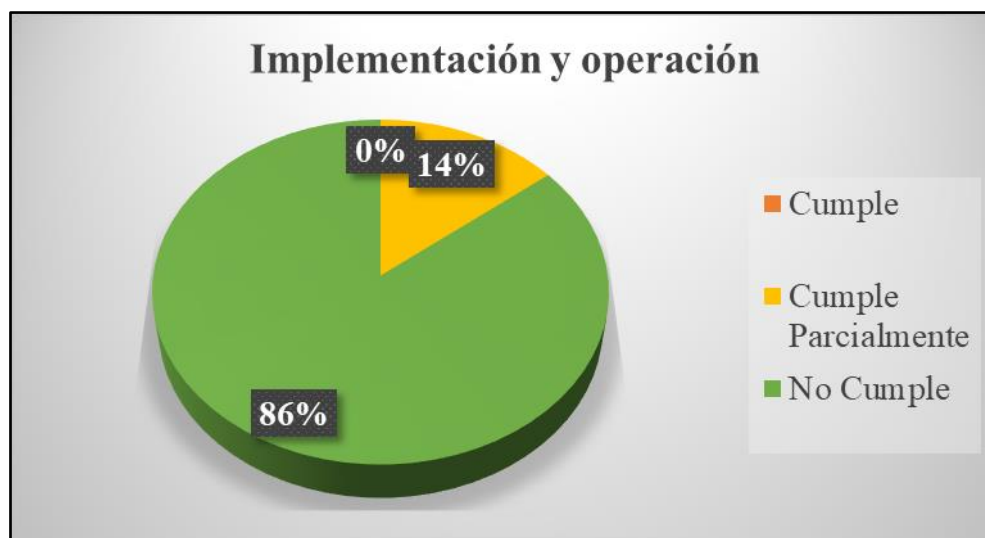


Figura N° 32. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.5: Implementación y Operación

Fuente: Elaboración propia

La empresa cuenta con información de años anteriores, específicamente desde el año 2016 relacionada con los recibos de consumo de energía eléctrica emitidos por la empresa concesionaria ENSA S.A y los contratos de suministro de electricidad, mas no cuenta con información de la producción sino a partir del mes de abril del año 2018 en que se implementó un software de almacenamiento de datos de producción.

4.1.2.6 Verificación

En la planta industrial “El Águila S.R.L” no se realizan seguimientos, mediciones y análisis en lo relacionado a un SGEN, debido a que aún no se ha hecho el diseño e implementación de dicho sistema; lo que si se ha venido realizando por parte de la empresa externa proveedora de servicios energéticos JOPAING SAC son (específicamente en el área de la energética eléctrica) el control de la energía reactiva mediante la instalación y mantenimiento de los bancos de condensadores en cada una de las subestaciones eléctricas de la planta industrial.

Para obtener un mejoramiento en este ítem se debe crear un sistema de control documental que contenga los registros donde se pueda tener constancia de todas las acciones relacionadas con el sistema de gestión de la energía que se ejecuten dentro de la planta y así tener una mejora continua.

Tabla 21. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Verificación

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA NTP-ISO 50001:2012			
Puntos de la Norma ISO NTP-ISO 50001:2012	C	CP	NC
4.6 VERIFICACIÓN			
4.6.1 Monitoreo, medición y análisis			
¿Los siguientes aspectos son tomados en cuenta al momento de evaluar el SGen?			X
Los usos significativos de la energía.			X
Los indicadores de desempeño energético.			X
La eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y metas energéticas.			X
La evaluación del consumo energético real contra el esperado.			X
¿Se ha definido e implementado un plan de medición energético apropiado al tamaño y complejidad de la organización, así como a su equipamiento de monitoreo y medición?			X
¿Se investigan y responden las desviaciones significativas en el rendimiento energético?			X
¿Todos los pasos del ítem son documentados?			X
4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos			
¿Se evalúan y documentan con regularidad el cumplimiento de requisitos legales y de otra índole?			X
4.6.3 Auditoría interna del sistema de gestión de la energía			
¿Se realizan auditorías internas con regularidad?		X	
¿Existe un plan de auditorías?			X
¿La objetividad de las auditorías es garantizada en la selección de los auditores?			X
¿Los resultados de las auditorías son documentados y entregados a la alta dirección?	X		
4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva			
¿Se previenen y/o corrigen las no conformidades con los objetivos establecidos?			X

De acuerdo a esto, ¿se tienen en cuenta los siguientes aspectos?			X
La identificación de las no conformidades y sus causas.			X
La identificación de la necesidad de tomar medidas o las correcciones necesarias (incluidos cambios necesarios al SGE _n) y una revisión de su efectividad.			X
La documentación de los ítems anteriores.			X
4.6.5 Control de los registros			
¿Se han elaborado registros para demostrar la conformidad del SGE con los requisitos de la norma?			X
¿Se garantiza, legibilidad, identificación y la trazabilidad de los registros?			X
Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple			
Calificación: Marcado: 1, En Blanco: 0			

Fuente: NTP-ISO 50001:2012.

Tabla 22. Resultado del diagnóstico en la etapa de Verificación

	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple
Total	1	1	16
Porcentaje	6%	6%	89%

Fuente: Elaboración propia.

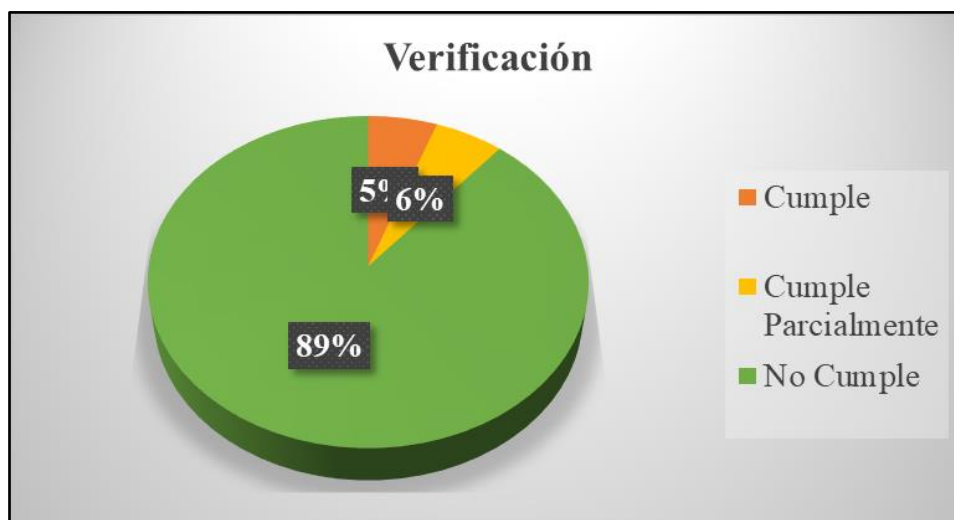


Figura N° 33. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.6: Verificación

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.7 Revisión por la dirección

Debido a que no existe aún un SGen establecido ni implementado no hay registros de las revisiones hechas al SGen por parte de la alta dirección y por lo tanto no hay ningún aspecto favorable en esta etapa.

Tabla 23. Análisis inicial de diagnóstico en la etapa de Revisión por la dirección

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA NTP-ISO 50001:2012			
Puntos de la Norma NTP-ISO 50001:2012	C	CP	NC
4.7 REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN			
4.7.1 Generalidades			
¿El SGen es revisado regularmente por la alta dirección?			X
4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección			
¿Todos los parámetros del numeral 4.7.2 de la norma se incluyen para la revisión por la dirección?			X
4.7.3 Resultados de la revisión por la dirección			
¿Fueron tomadas en cuenta todas las decisiones y medidas para mejorar el desempeño energético de la última revisión?			X
¿Las decisiones y medidas relacionadas con la política energética, los objetivos energéticos y la provisión de servicios, se tuvieron en cuenta?			X
Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple			
Calificación: Marcado: 1, En blanco: 0			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Resultado del diagnóstico en la etapa de Revisión por la dirección

	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple
Total	0	0	4
Porcentaje	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 34. Cumplimiento de la empresa en la etapa 4.7: Revisión por la dirección

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.8 Resultado del análisis inicial de diagnóstico

Como se puede observar al final de esta evaluación, la empresa “El Águila S.R.L” tiene 3 aspectos de la norma en los cuales se ha identificado un cumplimiento parcial y son: Implementación y operación, Responsabilidad de la alta dirección y la Verificación. En cuanto al primer aspecto los resultados muestran un cumplimiento parcial del 14%, esto debido a que la empresa proveedora de servicios energéticos JOPAING SAC ha venido desarrollando sus trabajos de diseño de instalaciones electromecánicas, control de la energía reactiva y mantenimiento de subestaciones eléctricas teniendo siempre en cuenta el aprovechamiento de las oportunidades de mejora del desempeño energético y documentando siempre sus trabajos. Sin embargo, se pueden

alcanzar mayores niveles de cumplimiento con la norma si la alta dirección toma la decisión de establecer e implementar el SGE.

En cuanto al segundo aspecto, los resultados muestran un 10% de cumplimiento y un 20% en proceso o parcialmente cumplido. Esto significa que la alta dirección ha venido llevando a cabo acciones de mejora no sistematizadas relacionadas al uso y consumo de la energía por medio de la empresa suministradora de servicios de energía, relacionadas a la gestión de los contratos de energía tomando en cuenta la potencia contratada en cada uno de los alimentadores que abastecen a la planta industrial. Cabe mencionar que fue la alta dirección quien alentó el presente trabajo de investigación relacionado a diseñar un sistema de gestión de la energía eléctrica para la planta industrial.

En cuanto al tercer aspecto relacionado con la Verificación, se observa un nivel de cumplimiento del 5% y un nivel de cumplimiento parcial del 6%, esto está relacionado con los trabajos que ha venido desarrollando la empresa proveedora de servicios energéticos especialmente en el mantenimiento de las subestaciones, control de energía reactiva y supervisión de los demás activos relacionados con la energía eléctrica.

Tabla 25. Resultado general del análisis inicial de diagnóstico

	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple
Total	2	7	69
Porcentaje	3%	9%	88%

Fuente: Elaboración propia.

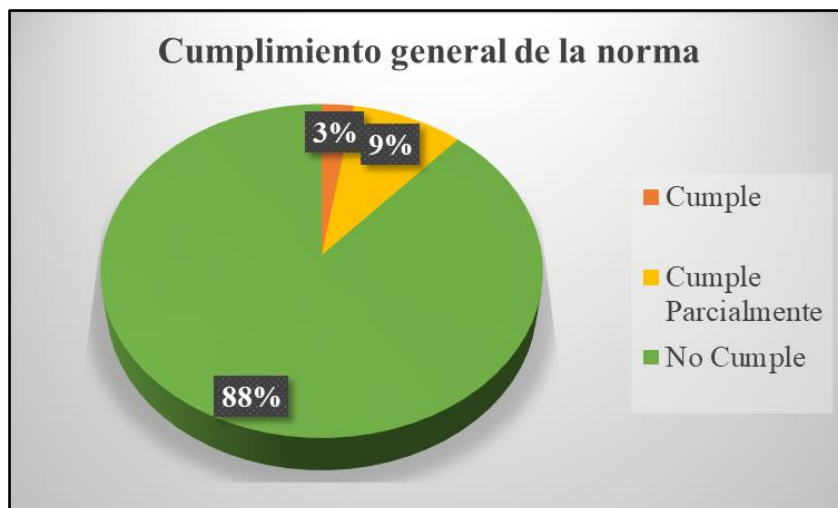


Figura N° 35. Cumplimiento general del análisis inicial de diagnóstico

Fuente: Elaboración propia

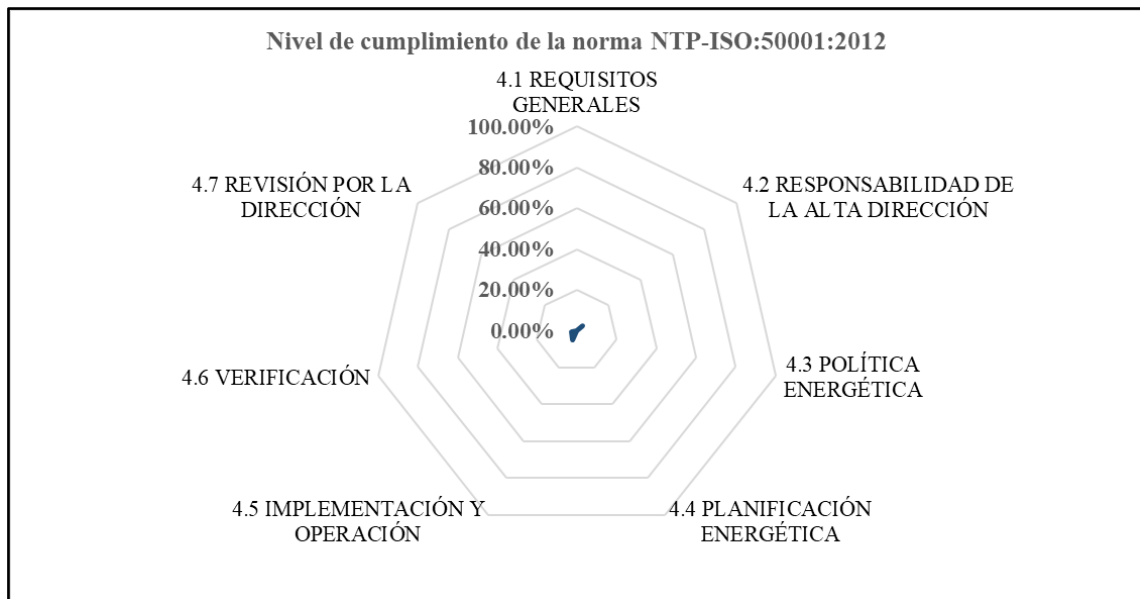


Figura N° 36. Diagrama de Kiviati del análisis inicial de diagnóstico de la norma NTP-ISO 50001:2012

Fuente: Elaboración propia

Al terminar el presente estudio de todas las etapas del análisis inicial de diagnóstico y a través de todos los diagramas resultantes de todas las fases analizadas, se concluye que la empresa “El Águila S.R.L” cumple en su totalidad solo con un 3% de los requisitos solicitados por la norma NTP-ISO 50 001:2012, un cumplimiento parcial de 9% y un 88% de no cumplimiento dentro de la organización, con estos resultados se puede tener una idea de cómo se está manejando la gestión energética de la empresa y mediante este análisis se puede iniciar el diseño del sistema de gestión de la energía eléctrica, con la finalidad de obtener un mayor cumplimiento de los requisitos establecidos por dicha norma.

4.2 Revisión inicial

4.2.1 Establecimiento del compromiso con el SGEN

Un aspecto muy importante en el diseño y posterior implementación de un SGEN, es el compromiso de la alta dirección para con el sistema de gestión de la energía eléctrica, estableciendo, implementando, manteniendo y mejorando continuamente su SGEN conforme a los requisitos de la norma NTP-ISO 50001:2012.

4.2.1.1 Definición de las responsabilidades de la alta dirección

El diseño y posterior implementación de un SGEN para la planta industrial “El Águila S.R.L” necesita dedicación, compromiso y asignación recursos humanos, financieros y tecnológicos. Por tanto, la alta dirección demostrará su compromiso con el SGEN, asumiendo las siguientes responsabilidades básicas [21]:

RESPONSABILIDADES DE LA ALTA DIRECCIÓN
<p>La empresa “EL ÁGUILA S.R.L” muestra el compromiso de apoyar su Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) mediante el establecimiento de las responsabilidades de la alta dirección, las cuales son:</p> <p>Apoyar y participar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La creación, implementación y comunicación de una política energética. • La designación de un equipo de gestión de la energía. • La toma de decisiones para el mejoramiento continuo del SGEN y el desempeño energético. <p>Asegurar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El cumplimiento de los objetivos y metas energéticas establecidas. • La idoneidad de los Indicadores de desempeño energético (IDEn) que sean representativos de la realidad energética de la planta. • La asignación de los recursos financieros, tecnológicos y humanos para su SGEN. <p>Designar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un representante de la dirección (gestor energético) con la autoridad y habilidades para la implementación, control y mejora del SGEN.

Figura N° 37. Responsabilidades de la alta dirección

Fuente: Elaboración propia basada en el Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía-Conuee/GIZ.

La alta dirección debe asegurarse de que la importancia del SGEN sea integrada a la filosofía de la empresa para que influya a todos los niveles de la organización, de lo contrario el SGEN quedará a un nivel documental sin que se integre en las prácticas habituales de la organización [2].

4.2.2.2 Definición del alcance y límites del Sistema de Gestión

Al definir los alcances y límites del SGEN estamos señalando los lugares físicos y los procesos que influyen significativamente en el uso y consumo de la energía.

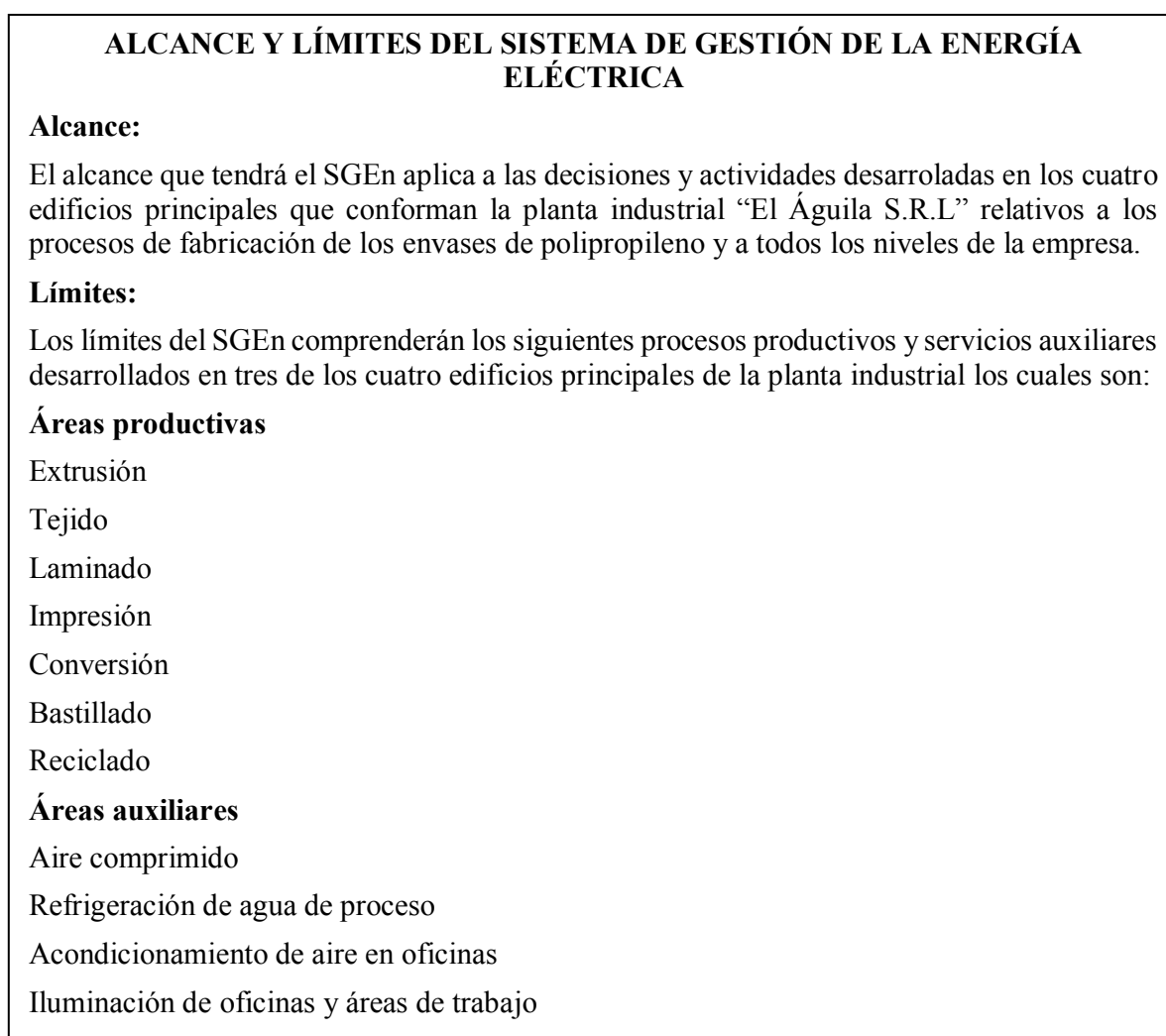


Figura N° 38. Alcance y límites del SGEN

Fuente: Elaboración propia basada en el Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía-Conuee/GIZ.

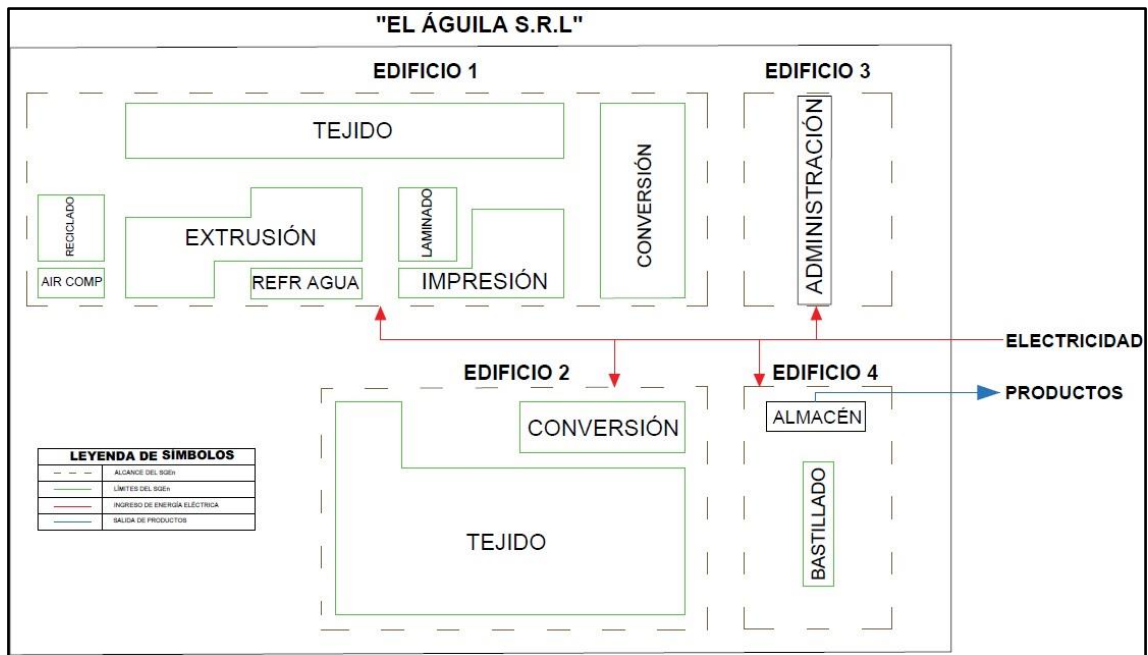


Figura N° 39. Diagrama del alcance y límites del SGen de la empresa "El Águila S.R.L."

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3 Designación de un representante de la dirección

Como parte del compromiso de la alta dirección con el SGen, esta debe nombrar a un representante de la dirección (en adelante) gestor energético, el cual puede ser una persona interna de la organización o externa, este gestor energético debe contar con la autoridad y recursos necesarios para el correcto establecimiento, implementación y mejora continua del SGen.

A continuación, se enlistan algunas habilidades y competencias que debe poseer el gestor energético [2], [21]:

- Capacidad de liderazgo.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidades de comunicación oral y escrita.
- Habilidades analíticas básicas para entender el desempeño energético.
- Capacidad de resolución de problemas.
- Conocimientos de los costos de la energía y de la estructura tarifaria de la planta.

- Experiencia o conocimientos básicos sobre los sistemas de gestión de la energía y la norma ISO 50001.

Las funciones básicas que deberá desempeñar el gestor energético serán [2], [21]:

- Identificar a las personas, con apoyo de la dirección, que integrarán el equipo de gestión de la energía.
- Proponer una política energética.
- Reportar a la alta dirección sobre el desempeño energético de la empresa.
- Informar a la alta dirección sobre el desempeño y las necesidades de mejora del SGEN.
- Asegurar que la planificación de las actividades del SGEN, están en armonía con la política energética de la empresa.
- Promover la concientización de la política y los objetivos energéticos en todos los niveles jerárquicos de la empresa.

Chiclayo, 1 de marzo del 2019

Señores:

EQUIPO DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

EL ÁGUILA S.R.L

ASIGNACIÓN DEL REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN

Según el literal 4.2 “**Responsabilidad de la Dirección**” numeral 4.2.2 de la NTP-ISO 50001:2012 “**Representante de la dirección**”, se debe designar a un representante de la dirección con la responsabilidad y autoridad para:

- Asegurar que el SGEN se establezca, implemente, mantenga y mejore continuamente.
- Identificar a las personas que conformarán y trabajarán en el Equipo de Gestión de la energía.
- Informar a la alta dirección sobre el desempeño energético de la planta.
- Reportar a la alta dirección sobre el funcionamiento del SGEN, incluyendo las necesidades de mejora.
- Asegurar la operación y control eficaz del SGEN.
- Promover la toma de conciencia de la política y los objetivos energéticos en en toda la empresa.

Por tal motivo y con la finalidad de mantener y mejorar el SGEN en la empresa “El Águila S.R.L” designa como representante de la dirección al Ingeniero Jorge Paiva Quesquén-gestor energético, quién deberá asegurar que se establezca, implementen y mantengan los procesos necesarios para el SGEN, y deberá informar a la dirección sobre el funcionamiento y desempeño del mismo y de cualquier necesidad de mejora y asegurarse que se promueva la toma de conciencia de la política y los objetivos energéticos en toda la empresa.

Firma

Gerente General

ACEPTO

Firma

Representante de la dirección para el SGEN

Figura N° 40. Carta modelo de nombramiento del representante de la dirección

Fuente: Elaboración propia basado en la Guía para la Implementación de Sistemas de Gestión Energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50001-Cisneros Guancha J.

4.2.2.4 Establecimiento de un equipo de gestión de la energía

Un SGEN se basa principalmente en el trabajo en equipo ya que su principal fortaleza es el aprovechamiento de los conocimientos y las habilidades de las personas que lo integran. El tamaño y responsabilidades del equipo de gestión de la energía varían de acuerdo a cada una de las áreas relevantes en términos del consumo de energía eléctrica.

La función del equipo de gestión de la energía es apoyar al gestor energético en todas las etapas del establecimiento e implementación del SGEN [2], [21].

Los beneficios de contar con un equipo de gestión de la energía son los siguientes [2]:

- Ofrece diferentes puntos de vista sobre temas energéticos.
- Reparte la carga de trabajo.
- Apoya la implementación del SGEN.
- Ayuda en la toma de decisiones.

Integrantes del equipo de gestión de la energía

El equipo de gestión de la energía estará integrado por las siguientes personas que cumplen con los siguientes cargos en la empresa:

- Gestor energético (Ing. Jorge Paiva Quesquén).
- Asistente de la gestión energética (Bach. Jorge Luis Paiva Parraguez).
- Representante del área de Extrusión.
- Representante del área de Mantenimiento.
- Representante del área de Tecnologías de la Información.
- Analista de Costos.
- Encargado de la Planificación de la producción.

Funciones de los integrantes del equipo de gestión de la energía

Los integrantes del equipo de gestión de la energía deberán tener las siguientes funciones:

- Aportar orientación y recomendaciones al gestor energético.

- En el caso de los representantes de las áreas de (Extrusión, Mantenimiento y Tecnologías de la información) y del planificador de la producción, proveer la información necesaria para el correcto funcionamiento del SGen.
- En lo que respecta al analista de costos, coadyudar al análisis económico de los planes de mejora del desempeño energético de la planta.

Funciones del asistente de la gestión energética

Como resultado de la experiencia en planta durante el presente trabajo de investigación, se ha considerado incluir dentro del equipo de gestión de la energía a un asistente de la gestión de la energía eléctrica, cuyas funciones serán:

- Aportar recomendaciones al gestor energético.
- Reunir, organizar y difundir información relacionada al SGen.
- Ayudar en la elaboración de documentos del SGen.
- Realizar el análisis preliminar de los datos energéticos.
- Identificar las oportunidades de ahorro de la energía.

A continuación, se muestra el organigrama del equipo de gestión de la energía eléctrica propuesto para la planta industrial “El Águila S.R.L

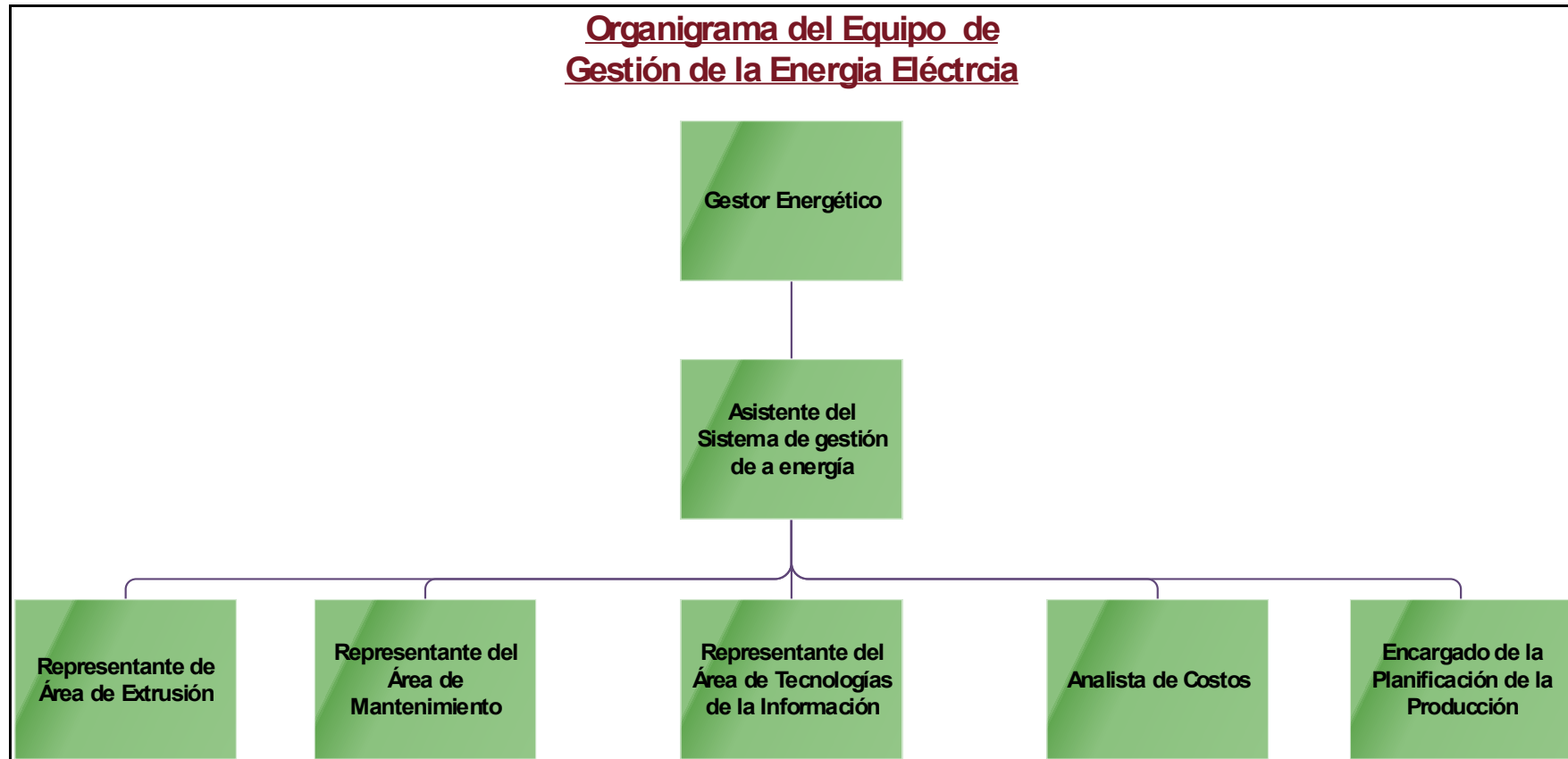


Figura N° 41. Organigrama del Equipo de Gestión de la Energía

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.5 Definición de la política energética

La política energética es un enunciado formal que establece los compromisos e intenciones de la empresa relacionados con la mejora del desempeño energético de la misma.

Esta política debe ser documentada, comunicada, revisada y actualizada regularmente adaptándose a cambios estructurales, organizacionales o estratégicos, así como a cambios en los usos y consumos de la energía que puedan influir en las operaciones y condiciones del negocio [2], [21].

POLÍTICA ENERGÉTICA

“El Águila S.R.L” es una empresa peruana dedicada a la fabricación y comercialización de sacos de polipropileno. Ponemos todos nuestros esfuerzos en la reducción del consumo y costo de la energía eléctrica.

Mejorando continuamente la tecnología y diseño de nuestros procesos y su desempeño energético procurando la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes con la finalidad de mejorar nuestra competitividad y mitigar los efectos del cambio climático.

Capacitando al personal para que realice sus actividades con un consumo responsable de los recursos energéticos y suministrando los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios para el logro de nuestros objetivos y metas energéticas.

GERENTE GENERAL

EL ÁGUILA S.R.L

Figura N° 42. Política energética de la empresa “El Águila S.R.L”

Fuente: Elaboración propia basada en la Guía para la Implementación de Sistemas de Gestión Energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50001- Cisneros Guancha J.

4.2.2.6 Resultados del establecimiento del compromiso de la alta dirección para con el SGen

En lo concerniente al establecimiento del compromiso de la alta dirección para con el sistema de gestión de la energía eléctrica, en el presente trabajo de tesis se han definido: a) Las responsabilidades de la alta dirección, b) El alcance y límites del sistema de gestión de la energía eléctrica, c) La carta modelo de nombramiento del representante de la dirección, d) Las funciones, habilidades y competencias del representante de la dirección e) Los integrantes, funciones y el organigrama del equipo de gestión de la energía eléctrica y f) La política energética de la organización; por lo tanto se concluye que, mediante este trabajo de tesis se han obtenido las herramientas documentales de gestión energética necesarias para el establecimiento del sistema de gestión de la energía eléctrica para la planta industrial “El Águila S.R.L”.

4.3 Planificación energética

4.3.1 Evaluación del desempeño energético

La identificación y evaluación del uso y consumo de la energía nos debe conducir a determinar a los usuarios significativos de la energía e identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.

4.3.1.1 Identificación de los requisitos legales y otros requisitos

El objetivo de este paso es identificar y seleccionar las normas legales vigentes y voluntarias suscritas que se aplican a la organización en materia energética.

Como primer paso la empresa debe identificar y acceder a los nuevos requisitos legales y voluntarios que tengan relación con la gestión y/o eficiencia energética provenientes de fuentes oficiales como el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) entre otras, para

luego seleccionar aquellas normas de mayor idoneidad para ser aplicadas en la empresa.

Para acceder a los requisitos legales en materia energética se pueden tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Reconocer los nuevos dispositivos legales que son publicados en las siguientes páginas web:
 - <http://www.minem.gob.pe/index2.php>
 - <https://www.inacal.gob.pe/>
 - <http://fonamperu.org.pe/>
 - Entre otros.
2. En caso de que el Gestor Energético no tenga la disponibilidad necesaria para hacer esta investigación periódicamente, se puede tomar la decisión de contratar a un asesor jurídico externo para que entregue a intervalos definidos la información legal en materia energética.

Para la selección de las normas de mayor aplicación en la empresa relacionadas al uso y consumo de la energía, se debe tener en cuenta el criterio y experiencia del gestor energético el cual conoce la realidad de la empresa y determinará que normas legales obligatorias y voluntarias se deben tener en cuenta para mejorar el desempeño energético de la planta industrial. A continuación, se muestra una matriz de requisitos legales y otros.

Tabla 26. Matriz de requisitos legales y otros

DISPOSITIVO	FRACCIÓN	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
REGLAMENTO DE LA LEY DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	TÍTULO III Artículo 6.- Programas sectoriales del Uso eficiente de la energía. Inciso 6.2.- Sector productivo y de servicios.	e. Promueve el acceso de las pequeñas y medianas empresas a las fuentes de cooperación internacional que obtenga el Ministerio, para el financiamiento de proyectos piloto de eficiencia energética. Para tal efecto, el Ministerio establece los criterios de calificación correspondientes.	Gestor energético
REGLAMENTO DE USUARIOS LIBRES DE ELECTRICIDAD	TÍTULO II CONDICIÓN DE USUARIO Artículo 3.- Rango de Máxima Demanda.	1.1 Los Usuarios cuya máxima demanda anual sea igual o menor a 200 KW, tienen la condición de Usuario Regulado. 1.2 Los Usuarios cuya máxima demanda anual sea mayor de 200 KW, hasta 2500 KW, tienen derecho a elegir entre la condición de Usuario Regulado o de Usuario Libre. 1.3 Los Usuarios cuya máxima demana anual sea mayor a 2500 KW, tienen la condición de Usuarios Libres.	Gestor energético
	Artículo 4.- Requisitos y condiciones	El cambio de condición solo puede ser efectuado a solicitud expresa del Usuario manifestada por escrito. El cambio de condición se hará efectivo en la fecha señalada por el Usuario una vez cumplidos los siguientes requisitos:	
NORMA OPCIONES TARIFARIAS Y CONDICIONES DE APLICACIÓN DE LAS TARIFAS A USUARIO FINAL	Artículo 4.- Definiciones 4.1 Usuarios en Media Tensión y Baja Tensión	4.1 Usuarios en Media Tensión y Baja Tensión Son usuarios en Media Tensión (MT) aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión es superior a 1 KV.	Gestor energético
NORMA TÉCNICA PERUANA – ISO 50001:2012. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA. Requisitos con orientación para su uso.	INTRODUCCIÓN	El propósito de esta Norma Técnica Peruana es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía.	Gestor energético

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.2 Análisis del uso y consumo de energía pasado y presente.

La presente recopilación de datos relacionados con la energía eléctrica ha tenido en cuenta el consumo de energía eléctrica en KWh y el costo asociado a esta para los dos suministros que abastecen a la planta durante los meses del año 2016. La información fue proporcionada por el área de Logística y Gerencia de planta industrial “El Águila S.R.L”.

4.3.1.2-a Análisis de los datos energéticos del año 2016

Tabla 27. Datos energéticos de la planta industrial de la empresa “El Águila S.R.L” del 2016

Año: 2016	Suministro N°1		Suministro N°2		"EL ÁGUILA S.R.L"	
Mes	Consumo (KWh)	Costo (\$/)	Consumo (KWh)	Costo (\$/)	Total consumo (KWh)	Total Costo (\$/)
Enero	357 039,19	146 752,80	171 749,99	70 509,60	528 789,17	217 262,40
Febrero	348 244,72	137 449,30	190 923,53	79 113,30	539 168,25	216 562,60
Marzo	396 780,97	151 671,30	224 068,15	89 668,10	620 849,12	241339,40
Abril	406 985,70	146 837,80	223 218,77	86 858,20	630 204,47	233 696,00
Mayo	401 303,27	142 079,90	219 177,96	82 481,80	620 481,23	224 561,70
Junio	370 177,70	138 737,70	233 704,89	89 653,70	603 882,59	228 391,40
Julio	361 997,00	117 939,91	217 445,81	75 486,67	579 442,81	193 426,58
Agosto	396 446,25	122 051,12	212 991,42	94 930,24	609 437,67	216 981,36
Setiembre	370 818,64	118 875,64	204 777,82	93 285,55	575 596,46	212 161,19
Octubre	347 225,17	114 177,42	233 960,18	98 262,14	581 185,35	212 439,56
Noviembre	346 483,79	117 094,86	199 441,14	91 885,91	545 924,93	208 980,77
Diciembre	301 110,53	107 515,86	188 256,94	94 721,47	489 367,47	202 237,33
Total Anual	4 404 612,94	1 561 183,61	2 519 716,60	1 046 856,68	6 924 329,54	2 608 040,29

Fuente: Elaboración propia basada en los datos de facturación de la empresa “El Águila S.R.L

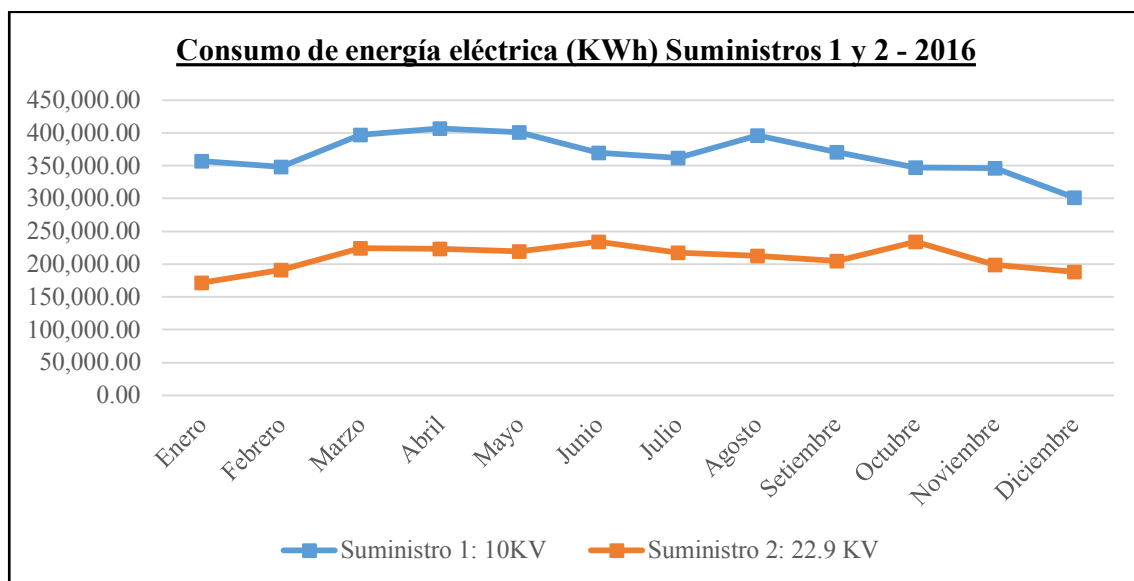


Figura N° 43. Gráfico de tendencia del Consumo de energía eléctrica para los Suministros 1 y 2 durante el año 2016

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

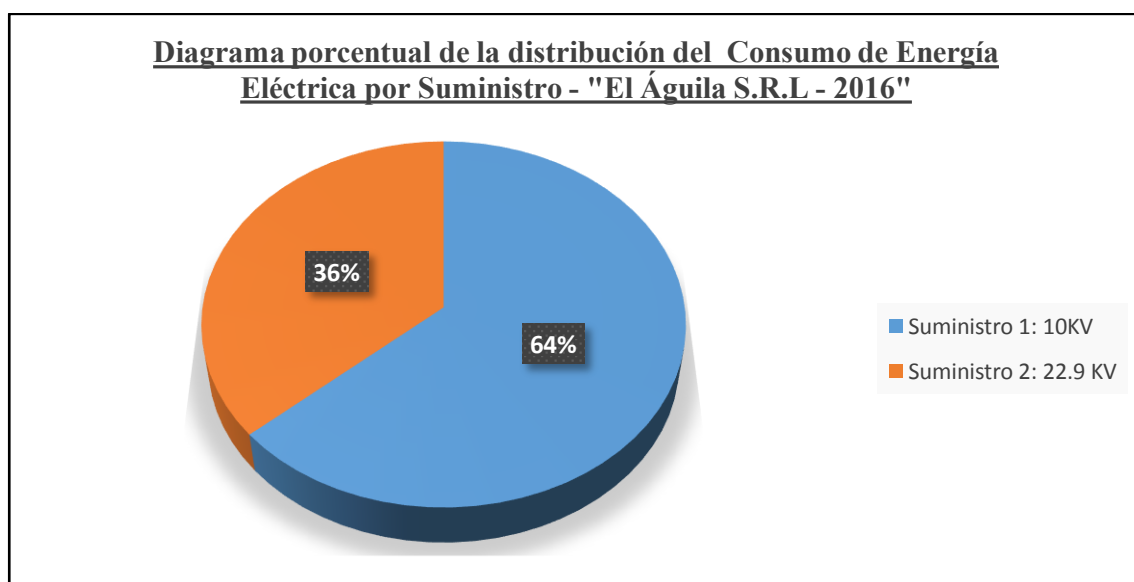


Figura N° 44. Diagrama porcentual de la distribución del Consumo de energía eléctrica por Suministro para el año 2016

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

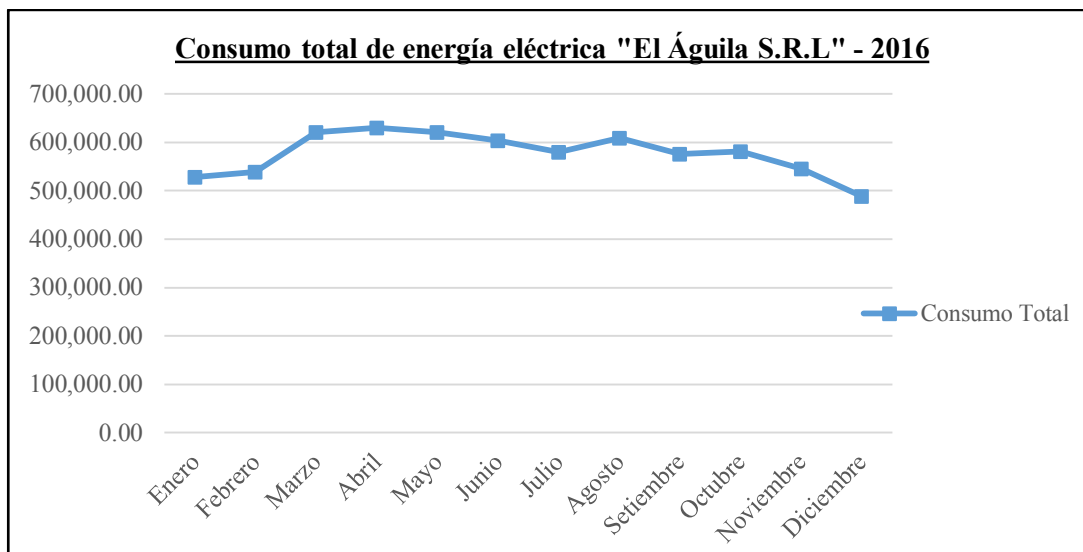


Figura N° 45. Diagrama de tendencia del Consumo total de energía eléctrica durante el año 2016 en la planta industrial de la empresa "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

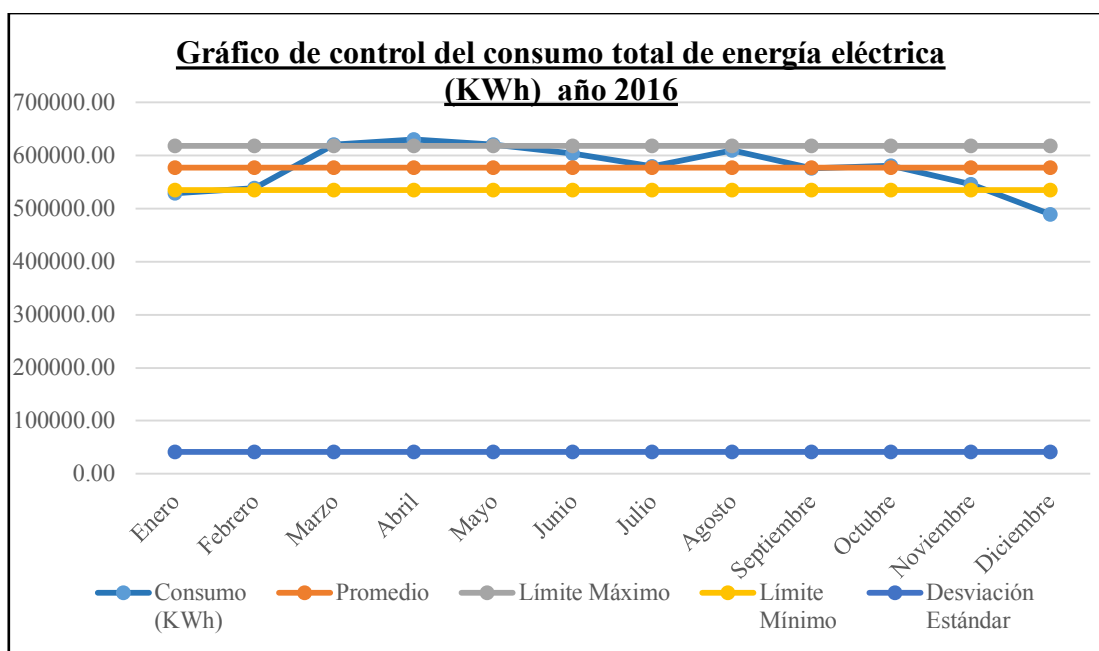


Figura N° 46. Gráfico de control del consumo total de energía eléctrica durante el año 2016 planta industrial de la empresa "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

La figura 43 se muestra la tendencia de los consumos de energía eléctrica de los dos suministros que posee la planta durante el año 2016. En este gráfico podemos observar que para el Suministro N°01 (10 KV) el mes de mayor consumo de energía eléctrica

fue el mes de abril (406 985,70 KWh), el mes de menor consumo fue el mes de diciembre (301 110,53 KWh).

En cuanto al Suministro N°02 (22,9 KV) el mes de mayor consumo de energía eléctrica fue el mes de junio (233 704,89 KWh), el mes de menor consumo fue el mes de enero (171 749,99 KWh).

La diferencia en el consumo de energía eléctrica entre el Suministro N°01 y el Suministro N°02 se debe a que en el Suministro N°01 estaban (y aún permanecen) conectadas, las primeras máquinas extrusoras con las que trabajó la planta a saber las extrusoras de marca Huang Sheng que para el contexto de ese año eran las máquinas de mayor consumo de energía eléctrica, y en el Suministro N°02 estaban conectadas todas las demás cargas de la planta.

En la figura 44 podemos apreciar que para el año 2016, el Suministro N°01 representaba el 64% del consumo total de energía eléctrica de la planta, esto se debió al funcionamiento de las máquinas extrusoras de marca Huang Sheng y a la instalación y funcionamiento de la extrusora Starex, y el 36% restante representaba el consumo de energía eléctrica del Suministro N°02 donde estaban conectadas las demás cargas de la planta como: telares, convertidoras, impresoras y prensas las cuales para ese momento aún no eran de una cantidad significativa.

La figura 45 muestra la tendencia del consumo total de energía eléctrica de la planta durante el año 2016, en donde se observa que el mes de mayor consumo de energía eléctrica fue abril con 406 985,70 KWh y el mes de menor consumo fue diciembre con 301 110,53 KWh.

Además, la figura 46 muestra el gráfico de control del consumo total de energía eléctrica con los límites máximo y mínimo que permiten detectar los meses de consumo de energía eléctrica anómalos del año, en el caso los meses de marzo, abril y mayo (cerca o por encima al límite superior) esto debido a que por esos meses entró en funcionamiento la extrusora Starex, luego se observa una tendencia a la baja en el consumo de energía eléctrica a partir del mes de octubre, hasta el mes de diciembre, esto se debió principalmente a la disminución de la demanda de sacos en el mercado.

Por último, el consumo mensual promedio de energía eléctrica y el consumo total durante el año 2016 fueron de 577 027,46 KWh y 6 924 329,54 KWh respectivamente.

4.3.1.2-b Análisis de los datos energéticos del año 2017

Tabla 28. Datos energéticos de la planta industrial de la empresa "El Águila S.R.L" del 2017

Año: 2017	Suministro N°1		Suministro N°2		"EL ÁGUILA S.R.L"	
Mes	Consumo (KWh)	Costo (S/)	Consumo (KWh)	Costo (S/)	Total consumo (KWh)	Total Costo (S/)
Enero	279 675,54	98 019,65	283 763,77	121 367,99	563 439,31	219 387,64
Febrero	248 112,75	92 248,65	245 686,70	114 808,69	493 799,45	207 057,34
Marzo	217 597,57	87 133,36	302 819,03	128 824,24	520 416,60	215 957,60
Abril	203 285,75	77 937,85	284 078,54	119 388,90	487 364,29	197 326,75
Mayo	272 643,46	89 054,60	333 216,76	125 902,32	605 860,22	214 956,92
Junio	59 387,65	103 210,33	366 312,07	111 165,25	425 699,72	214 375,58
Julio	364 600,64	109 241,13	439 949,91	140 967,00	804 550,55	250 208,13
Agosto	352 612,96	108 552,34	472 859,73	149 852,67	825 472,69	258 405,01
Setiembre	340 708,49	107 110,60	479 820,89	159 100,59	820 529,38	266 211,19
Octubre	288 550,73	977 52,97	529 134,72	162 032,18	817 685,45	259 785,15
Noviembre	345 188,33	106 885,31	419 309,00	146 758,67	764 497,33	253 643,98
Diciembre	259 697,01	100 586,67	399 470,00	145 820,64	659 167,01	246 407,31
Total Anual	3 232 060,88	1 177 733,46	4 556 421,12	1 625 989,14	7 788 482,00	2 803 722,60

Fuente: Elaboración propia basada en los datos de facturación de la empresa "El Águila S.R.L".

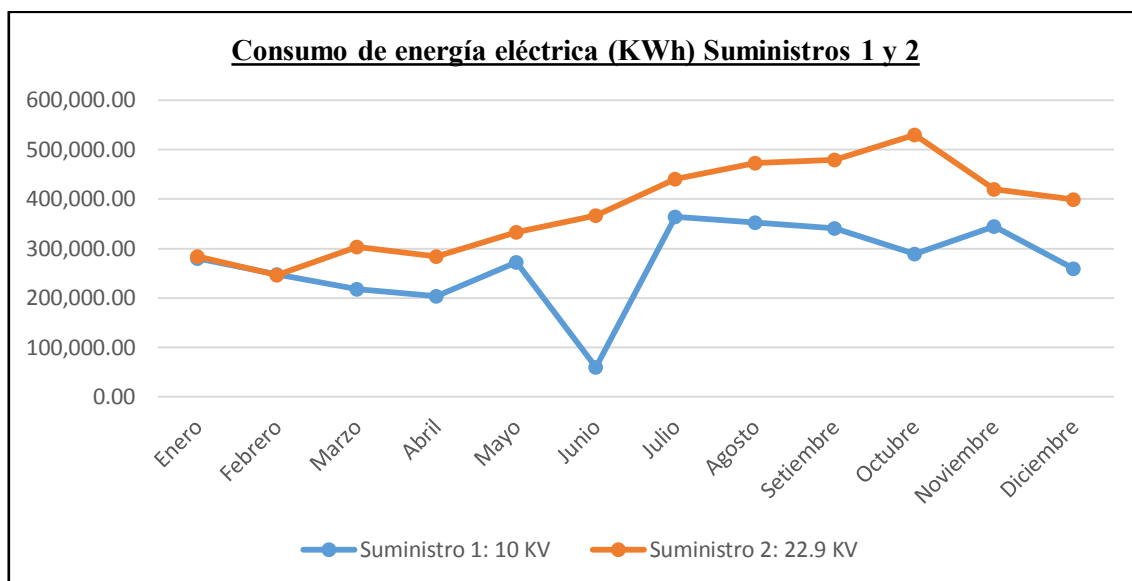


Figura N° 47. Gráfico de tendencia del Consumo de energía eléctrica para los Suministros 1 y 2 durante el año 2017

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

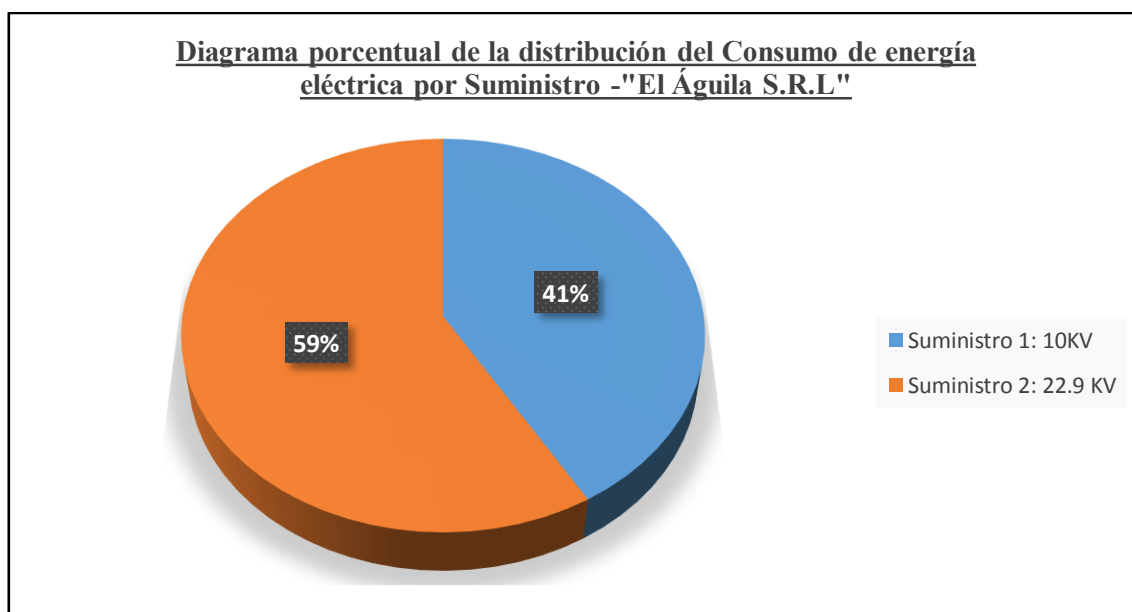


Figura N° 48. Diagrama porcentual de la distribución del Consumo de energía eléctrica por Suministro para el año 2017

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L".

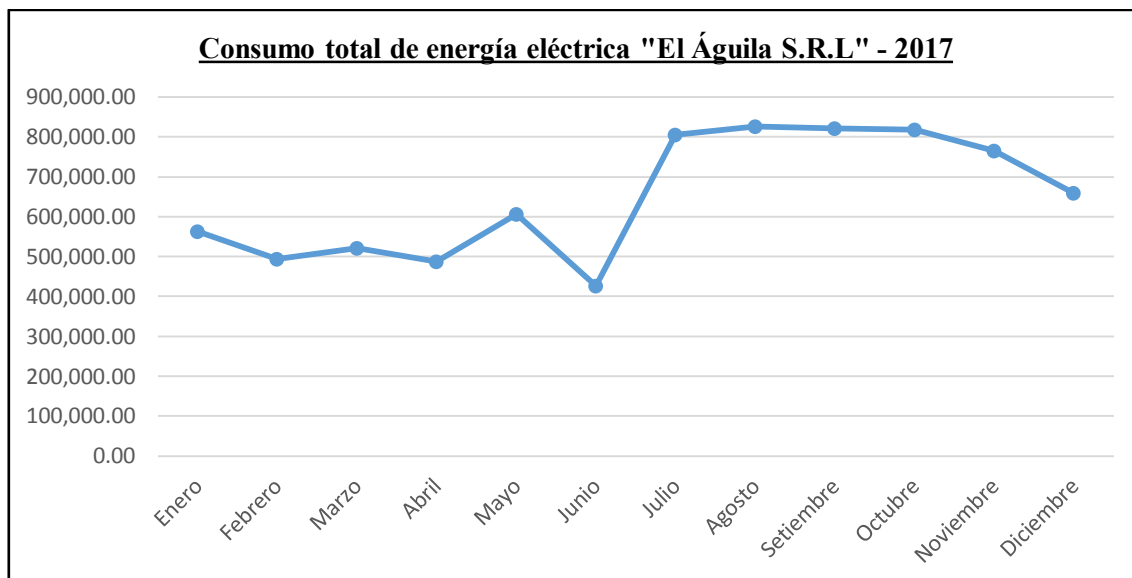


Figura N° 49. Diagrama de tendencia del Consumo total de energía eléctrica durante el año 2017 en la planta industrial de la empresa "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

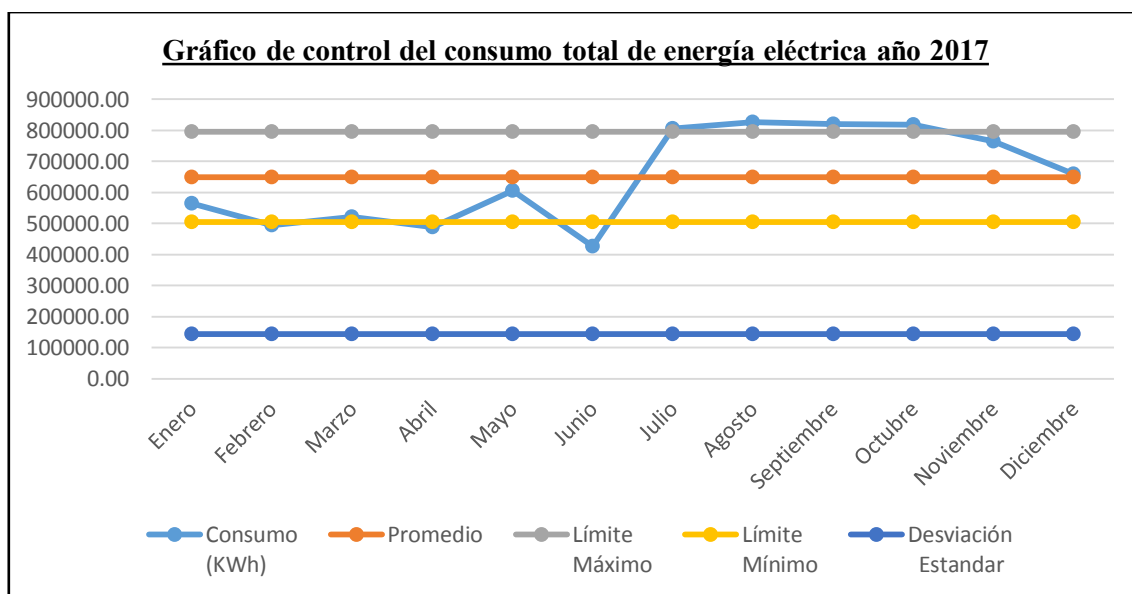


Figura N° 50. Gráfico de control del consumo total de energía eléctrica durante el año 2017 planta industrial de la empresa "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

En la figura 47 se muestra la tendencia de los consumos de energía eléctrica por suministro durante el año 2017. Para el Suministro N°01 (10 KV) el mes de mayor consumo de energía eléctrica fue Julio (364 600,64 KWh), el de menor consumo fue

junio (59 387,65 KWh) y el consumo promedio de energía eléctrica fue de 269 388,41 KWh.

En cuanto al Suministro N°02 (22,9 KV) el mes de mayor consumo fue Octubre (529 134,72 KWh), el menor consumo fue febrero (245 686,70 KWh) y el consumo promedio fue de 379 701,76 KWh.

También podemos observar que el consumo de energía eléctrica para el Suministro N°02 fue ascendente durante todo el año esto debido a que en los meses de marzo, abril y mayo se llevaron a cabo los montajes y pruebas de la extrusora Lohia Duotec, extrusora Lohia Lofil, recicladora NGR, impresora flexográfica y telares Lohia Nova 6. En cuanto al Suministro N°01 se observa un descenso del consumo en el mes de junio esto se debió a la reubicación de una de las extrusoras Huang Sheng con la finalidad de hacer espacio para las máquinas nuevas.

Para el año 2017 en la figura 48 podemos observar que el porcentaje del total del consumo de energía para el Suministro N°01 es del 41%, mientras que para el Suministro N°02 representa el 59% lo que indica un incremento del consumo en el Suministro N°02 debido a la instalación de máquinas nuevas (1 extrusora, 1 recicladora, 1 impresora flexográfica y 33 telares), lo que convierte al Suministro N°02 en el nuevo suministro de mayor consumo de energía eléctrica de la planta.

En la figura 49 se muestra la tendencia del consumo total de energía eléctrica de la planta durante el 2017, en donde se puede observar el incremento significativo del consumo hasta el mes de agosto (825 472,69 KWh) con la posterior estabilización del consumo en los meses siguientes.

En el gráfico de control de la figura 50 podemos observar que los meses anómalos de consumo de energía eléctrica cercanos al límite inferior fueron los meses de febrero, marzo y abril; y los meses anómalos cercanos al límite superior fueron de julio a noviembre, los meses de menor consumo de energía se debieron a la reubicación de máquinas antiguas y la instalación de máquinas nuevas; y los meses de mayor consumo se debieron a la puesta en funcionamiento de todas las máquinas de la planta con el asesoramiento de los fabricantes. Finalmente, el consumo mensual promedio de

energía eléctrica y el consumo total durante el año 2017 fueron de 649 040,17 KWh y 2 803 722,60 KWh respectivamente.

4.3.1.2-c Análisis de los datos energéticos del año 2018

Tabla 29. Datos energéticos de la planta industrial de la empresa "El Águila S.R.L" del 2018

Año 2018	Suministro - Código: 25520978 (Mayo: 38168117)		Suministro - Código: 25969783		"EL ÁGUILA S.R.L"	
Mes	Consumo (KWh)	Costo (S/)	Consumo (KWh)	Costo (S/)	Total consumo (KWh)	Total Costo (S/)
Enero	214 412,29	47 549,42	517 059,28	150 066,95	731 471,57	197 616,37
Febrero	224 754,95	87 863,10	534 922,43	184 235,65	759 677,38	272 098,75
Marzo	244 393,31	91 667,12	548 912,04	184 954,96	793 305,35	276 622,08
Abril	232 078,18	89 722,71	527 494,68	184 924,56	759 572,86	274 647,27
Mayo	204 594,87	68 229,84	448 710,10	163 140,91	653 304,97	231 370,75
Junio	239 746,00	63 658,06	477 128,48	170 384,39	716 874,48	234 042,45
Julio	233 310,18	79 799,81	558 363,69	184 320,44	791 673,87	264 120,25
Agosto	324 728,39	99 657,71	476 364,59	165 165,20	801 092,98	264 822,91
Setiembre	214 786,20	67 169,78	455 513,32	162 121,81	670 299,52	229 291,59
Octubre	403 189,89	134 811,52	289 044,71	132 794,34	692 234,60	267 605,86
Noviembre	485 188,25	149 458,28	202 695,65	83 724,23	687 883,90	233 182,51
Diciembre	428 241,04	125 354,96	117 311,75	62 348,00	545 552,79	187 702,96
Total Anual	3 449 423,55	1 104 942,31	5 153 520,72	1 828 181,44	8 602 944,27	2 933 123,75

Fuente: Elaboración propia basada en los datos de facturación de la empresa "El Águila S.R.L".

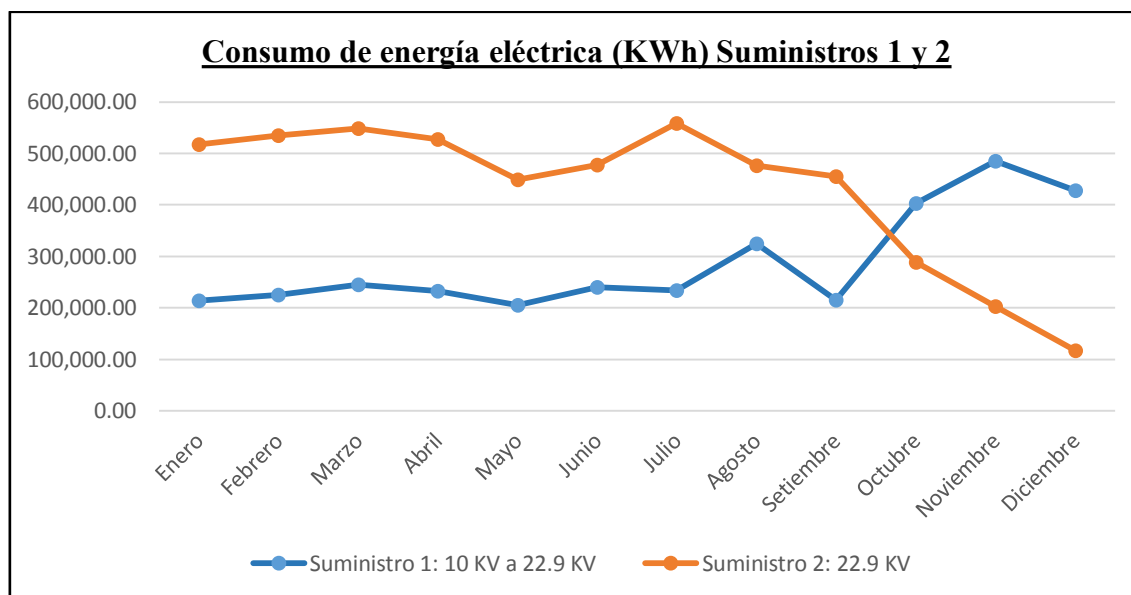


Figura N° 51. Gráfico de tendencia del Consumo de energía eléctrica para los Suministros 1 y 2 durante el año 2018

Fuente: Elaboración propia basada en los datos de la empresa “El Águila S.R.L”

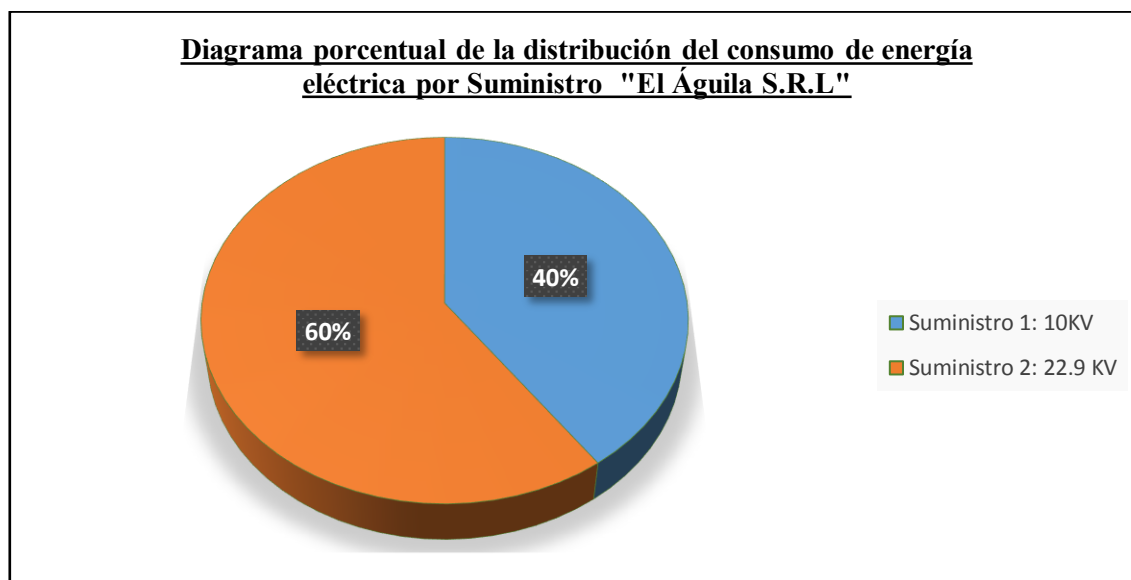


Figura N° 52. Diagrama porcentual de la distribución del Consumo de energía eléctrica por Suministro para el año 2018

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa “El Águila S.R.L”

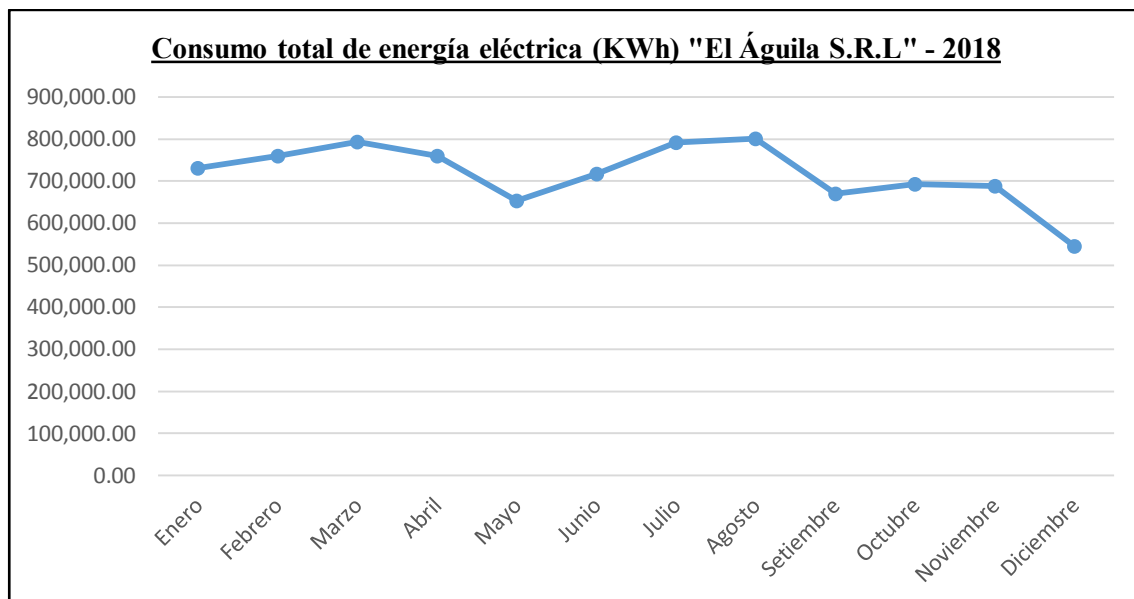


Figura N° 53. Diagrama de tendencia del Consumo total de energía eléctrica durante el año 2018 en la planta industrial de la empresa "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

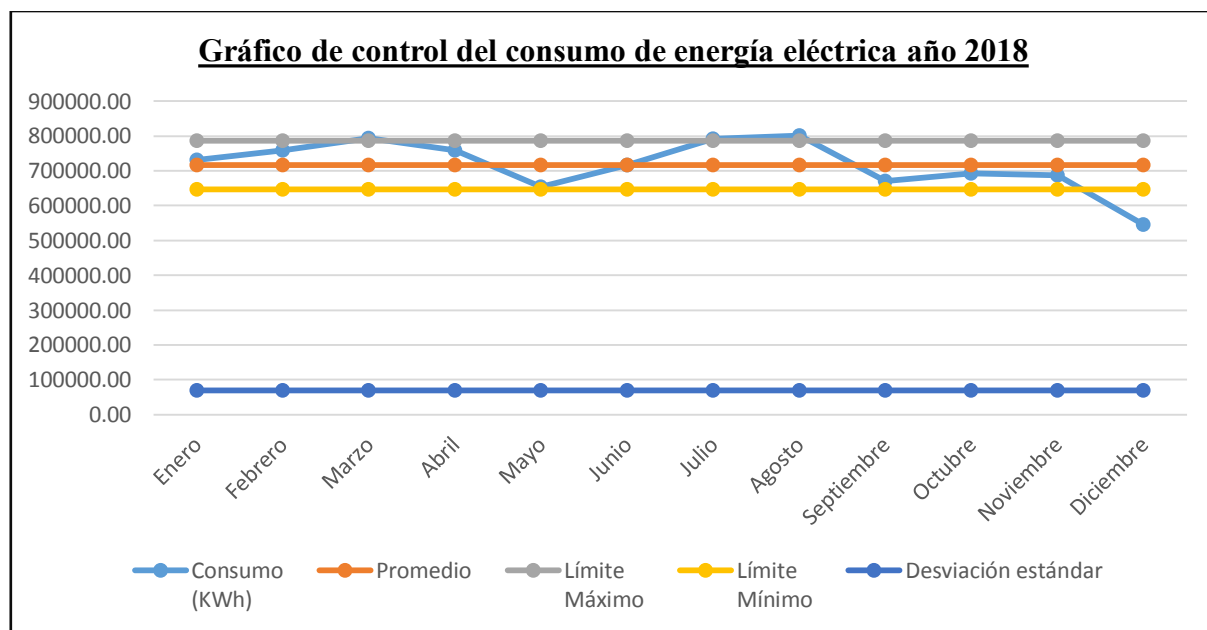


Figura N° 54. Gráfico de control del consumo total de energía eléctrica durante el año 2018 en la planta industrial de la empresa "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa "El Águila S.R.L"

La figura 51 muestra la tendencia en el consumo de energía eléctrica de los dos suministros durante el año 2018, cabe destacar que en el mes de mayo el Suministro

N°01 cambió su nivel de tensión de 10 KV a 22,9 KV, cambiando también su código de suministro de 25 520 978 a 38 168 117, durante este mes también se registró una disminución del consumo de energía eléctrica para ambos suministros, esto debido principalmente a que fue uno de los meses de menor demanda de productos y por lo tanto uno de los meses en los que menos se consumió energía eléctrica.

Es importante mencionar que en los primeros días del mes de setiembre se trasladó la carga del área auxiliar de aire comprimido del Sumistro N°02 al Suministro N°01 y en los primeros días del mes de octubre se realizó el intercambio de alimentadores entre el Suministro N°01 y Suministro N°02 con la finalidad de “trasladar” las cargas de mayor potencia instalada, al suministro con menor precio de energía eléctrica y así conseguir una reducción del costo de la energía eléctrica.

Podemos decir que, durante el año 2018, después del intercambio de alimentadores, el mes de mayor consumo de energía eléctrica para el Suministro N°01 fue noviembre (485 188,25 KWh) y el mes de menor consumo fue mayo (204 594,87 KWh), para el Suministro N°02 el mes de mayor consumo fue julio (558 363,69 KWh) y el de menor consumo fue diciembre (117 311,75 KWh).

En la figura 53 observamos que, en el 2018 el mes de mayor consumo total de energía eléctrica fue agosto con 801 092,98 KWh, esto debido a un repunte de producción en la planta (incremento en la demanda de productos) y el mes de menor consumo de energía eléctrica fue diciembre debido a una menor demanda de éstos.

Como se puede observar en el gráfico de control de la figura 54, el consumo de energía eléctrica durante el año 2018 se mostró algo más estable en comparación con el año anterior, lo que quiere decir que la energía consumida por la planta se debió en mayor medida a los niveles de producción de planta y no a la compra y puesta en funcionamiento de máquinas nuevas.

Los meses cercanos al límite máximo de control fueron febrero, marzo, julio y agosto y los meses cercanos al límite mínimo de control fueron mayo, setiembre y diciembre.

Finalmente, es conveniente resaltar que, los envases de polipropileno manufacturados en planta son destinados principalmente al sector agroindustrial con la finalidad de

envasar arroz, azúcar, cebollas, tubérculos y guano de islas, por lo tanto, la producción de la planta industrial depende fuertemente del sector agroindustrial de la región.

4.3.1.2-d Análisis del consumo de energía eléctrica en el periodo enero-2017 a diciembre-2018 en la planta industrial “El Águila S.R.L”

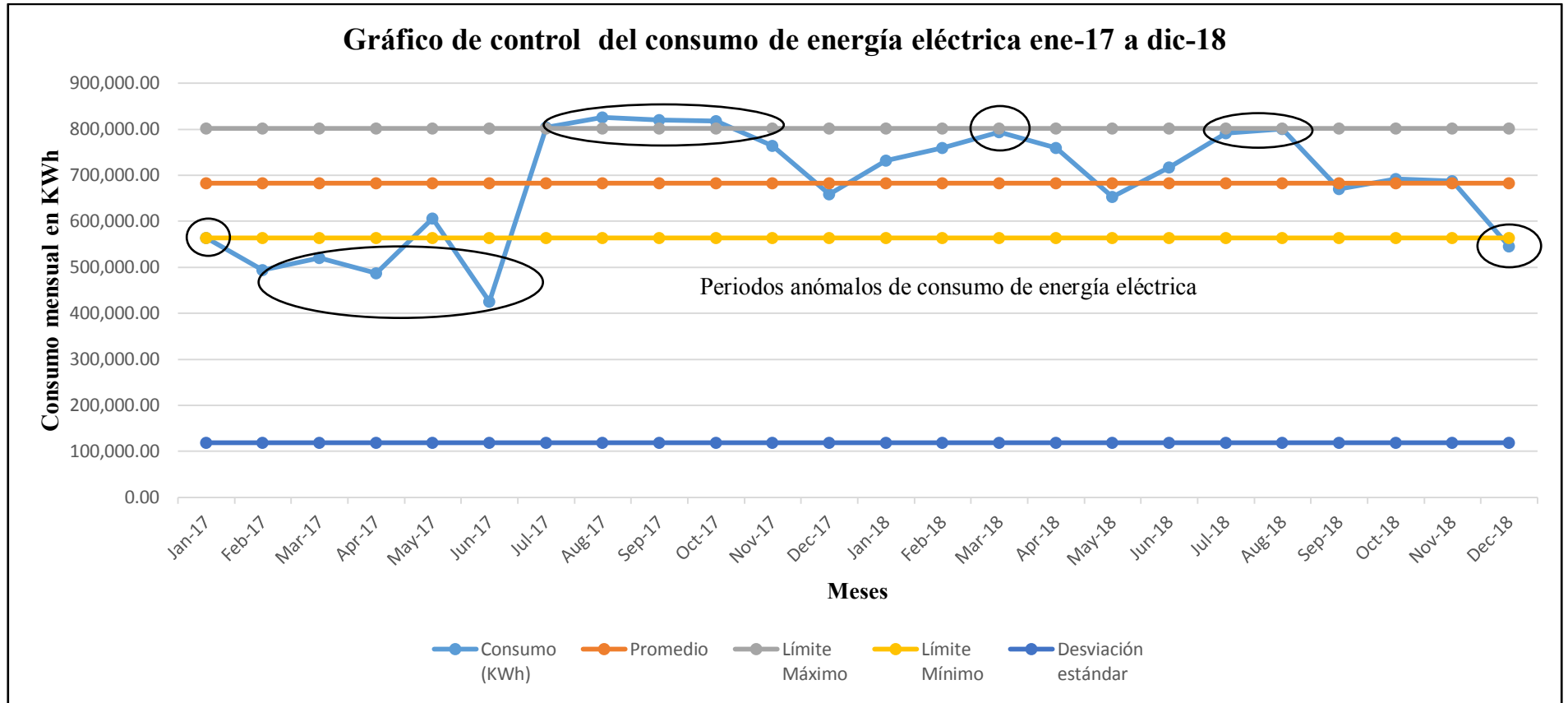


Figura N° 55. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica enero-17 a dic-18 para la planta industrial “El Águila S.R.L”

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de control que se muestra en la figura N° 55, nos permite observar el comportamiento de la variable “consumo de energía eléctrica” en función de ciertos límites establecidos. La principal utilidad de este tipo de gráficos es la de identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de la variable analizada. El gráfico consta de la línea central y las líneas de control. Los datos de la variable a la cual se quiere evaluar su estabilidad se sitúan sobre el gráfico. Si los puntos situados se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior entonces las variaciones proceden de causas aleatorias y su comportamiento se considera estable, sin embargo, en el caso de la planta industrial analizada no es así. Existen puntos fuera de los límites de control (si un punto está en el mismo límite de control se considera que está fuera), estos puntos tienen una pauta de distribución anormal y significa que la variable tuvo un comportamiento inestable. En el gráfico de control analizado se tomó como límite superior al valor promedio más la desviación estándar y como valor mínimo al valor promedio menos la desviación estándar.

El principal periodo anómalo de consumo de energía eléctrica cercano al límite inferior es el periodo que empezó en enero del 2017 y terminó en el mes de junio del mismo año, esto estuvo relacionado a bajos niveles de producción debidos a la reubicación de máquinas y al comportamiento del mercado local asociado a los envases de plástico. Los periodos anómalos de consumo de energía eléctrica cercanos al límite superior son: julio a noviembre del 2017, marzo del 2018 y julio-agosto del 2018. El primer grupo de periodos anómalos de consumo de energía eléctrica cercano al límite superior estuvo relacionado con la ampliación de potencia de la planta y con la puesta en funcionamiento de la extrusora Lohia, la recicladora NGR, la impresora Fevaflex (2 tambores) y un grupo de telares Lohia, todos ellos incrementaron el consumo promedio de energía eléctrica de la planta de manera significativa.

Los restantes periodos anómalos de consumo de energía eléctrica cercanos al límite superior se debieron principalmente a los siguientes factores: prácticas operacionales deficientes y variabilidad en la demanda de sacos de polipropileno en el mercado regional en donde existe una fuerte competencia con otras empresas productoras de envases de polipropileno.

4.3.1.2-e Gráfico de consumo de energía eléctrica y producción en el año 2018 para la planta industrial “El Águila S.R.L”

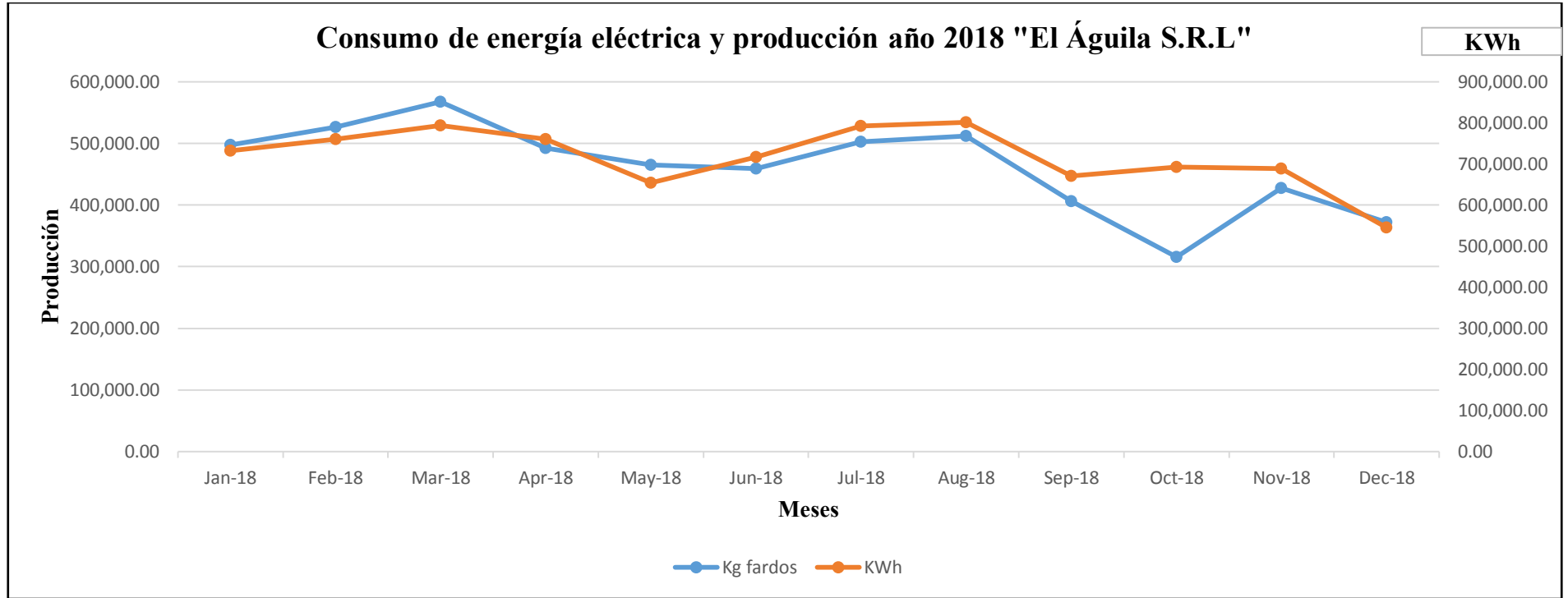


Figura N° 56. Gráfico de consumo de energía eléctrica y producción en el tiempo para la planta industrial “El Águila S.R.L”

Fuente: Elaboración propia

Al gráfico que se muestra en la Figura N°56 se le conoce como “Gráfico de consumo de energía y producción en el tiempo” el cual es una de las herramientas que posee la gestión energética para monitorear el consumo de energía eléctrica y la producción de la planta industrial en un periodo de tiempo seleccionado. Este tipo de gráfico muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa (en este caso el portador energético analizado es la energía eléctrica) y puede establecerse al nivel de empresa, área o equipo (en la presente investigación se trabajó a nivel de empresa); este tipo de gráficos muestran los periodos en los que se produjeron comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción.

Los comportamientos atípicos en este tipo de gráficos son:

- Aumento de la producción y disminución en el consumo de energía.
- Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.

Los principales periodos anómalos detectados con la ayuda del gráfico fueron tres:

Primero, en el periodo de mayo-18 a junio-18 la producción disminuyó en 1,20% y el consumo de energía aumentó en 9,73% este comportamiento se debió a lo siguiente:

Se realizó el cambio de nivel de tensión en el Suministro N° 1 perteneciente al circuito: C-217, 10KV a un nuevo nivel de tensión de 22,9 KV perteneciente al circuito C-212 con un nuevo contrato de energía como cliente libre que incluía un precio de la energía más favorable. Este cambio en el nivel de tensión involucró una serie de trabajos de adecuación en las instalaciones eléctricas en media tensión tales como el reemplazo del transformador ubicado en la subestación “A” por uno nuevo y el traslado temporal de algunas cargas importantes para el proceso productivo hacia el otro alimentador, tales como la planta de aire comprimido, un grupo de telares y la iluminación de algunas zonas de trabajo. Así mismo con la finalidad de cumplir con los requerimientos de producción se tuvo que aumentar el rendimiento de las máquinas especialmente las extrusoras y telares lo cual se reflejó en el aumento del consumo de energía de la planta.

Segundo, en el periodo setiembre-18 a octubre-18, la producción disminuyó en un 22,39% esto debido a que desde el mes de agosto la producción de la planta ya venía disminuyendo por causa de una disminución en la demanda de este tipo de productos en el mercado regional, por otro lado el consumo de energía se incrementó en un 3,27% este incremento puede encontrar explicación en las malas prácticas de operación de las máquinas y también debido a una mala planificación de la producción.

Asimismo, se observó un exceso de potencia en el alimentador que quedó con el primer contrato (C-223) este exceso de potencia se produjo por las ampliaciones de potencia que se efectuaron en las subestaciones B y C; por lo tanto, para corregir este exceso de potencia se realizó un transvase de cargas con la finalidad de estabilizar la demanda en cada uno de los alimentadores de acuerdo a su potencia contratada.

Tercero, la producción en el mes de noviembre aumentó en un 35,60% y el consumo de energía eléctrica manifestó un pequeño descenso de un 0,63% esto se presentó en la circunstancia del transvase de cargas que permitió eliminar el exceso de potencia en uno de sus alimentadores. Ver anexo “8.7”.

4.3.1.2-f Evolución del consumo y costo pasado y presente de la energía eléctrica

Como se muestra en la figura 57, el consumo anual de energía eléctrica ha venido aumentando año tras año con un incremento porcentual del 12,48% desde el año 2016 al 2017 y del año 2017 al 2018 el incremento fue del 10,46%,

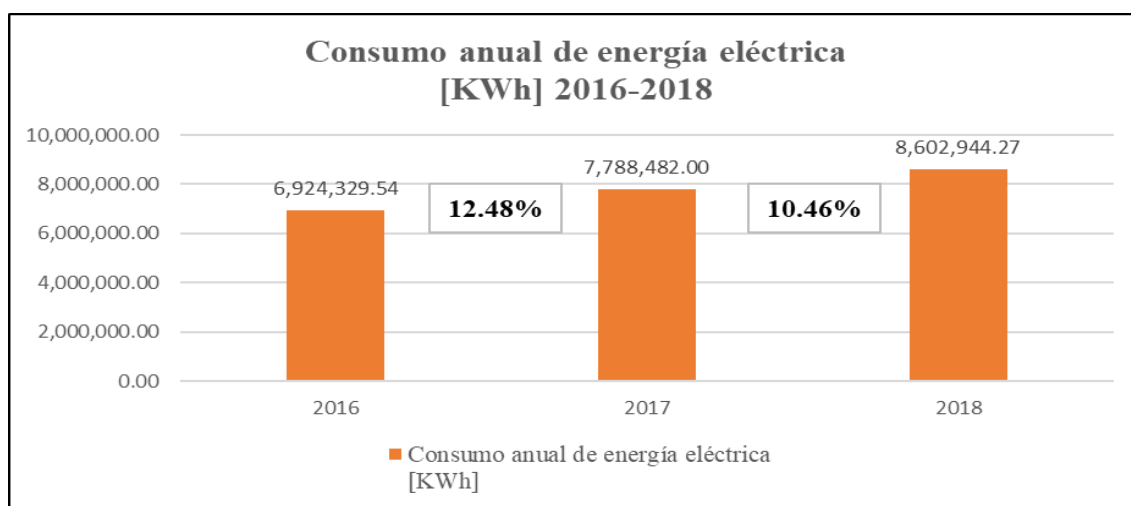


Figura N° 57. Evolución del consumo anual de energía eléctrica durante los años 2016-2018

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa “El Águila S.R.L”.

Como se puede observar en la figura 58, el costo total de la energía eléctrica ha venido incrementándose anualmente, con un aumento del 7,50% del año 2016 al 2017 y un aumento del 4,62% del año 2017 al 2018.

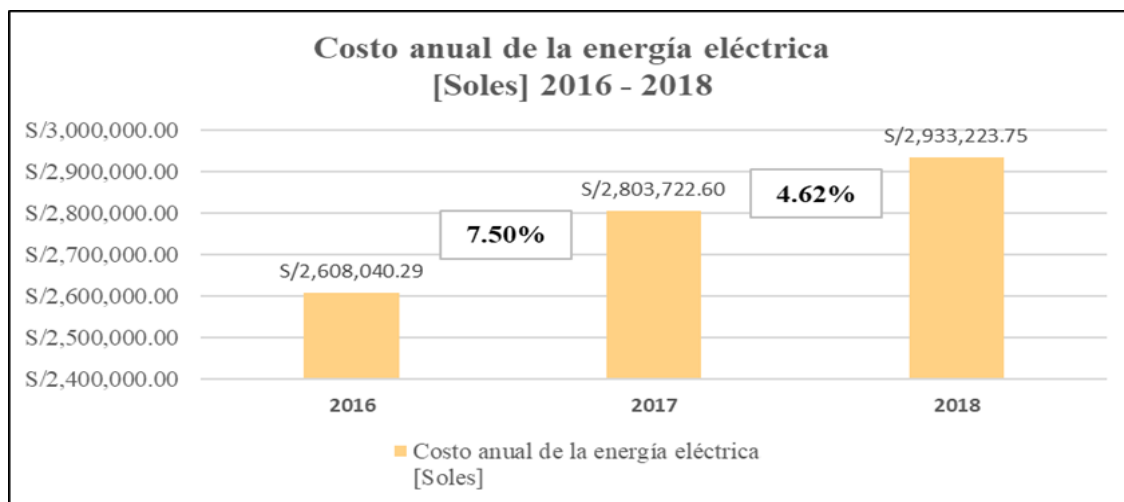


Figura N° 58. Evolución del costo anual de la energía eléctrica durante los años 2016 – 2018

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la empresa “El Águila S.R.L”.

4.3.1.3 Identificación de los Usuarios significativos de la energía

El objetivo este paso es identificar, en este caso, las áreas productivas y los servicios industriales de mayor consumo de energía eléctrica de la planta, los cuales la norma NTP-ISO 50001:2012 denomina, USEn (Usuarios significativos de la energía).

Los USEn son determinados con la finalidad de establecer prioridades para la gestión de la energía, mejorar el desempeño energético y la asignación de recursos [2].

Para la identificación de los USEn se realizó un censo de cargas con la ayuda de analizadores de redes y un registrador de energía, equipos de última generación de las marcas Metrel y Fluke, este censo tuvo la duración de seis meses de julio a diciembre del 2018.

Durante este tiempo, el investigador coordinó diariamente con el jefe de mantenimiento y con el planificador de la producción para poder instalar sus equipos y tomar nota de los valores de producción durante los días en que los equipos estuvieron trabajando.

El tiempo que tomó el censo de cargas se debió a la gran cantidad de máquinas de la planta, cerca de 140, además de la permanente búsqueda de tiempos de operación de las máquinas que sean representativos, con la finalidad de obtener datos de consumo de energía eléctrica lo más fiables posibles.

Debido a que la planta industrial no cuenta con un sistema de medición de energía centralizado por procesos productivos se tomó la decisión de realizar las mediciones de potencia y energía en la medida de lo posible, por cada máquina que conforman cada uno de los procesos productivos y servicios industriales de la planta.

Estas mediciones por máquina fueron de siete días de duración en los cuales se recopiló también la producción en kilogramos o metros dependiendo del proceso productivo analizado.

Una de las principales dificultades fue el acceso a la información relacionada con los niveles de producción, ya que hasta el mes de abril del 2018x no se había implementado un sistema de gestión de datos de producción de planta, una vez

implementado este sistema, se mejoró el acceso a la información superándose esta dificultad.

A continuación, se muestran algunas fotos que evidencian el trabajo realizado en planta durante el proceso del censo de cargas.

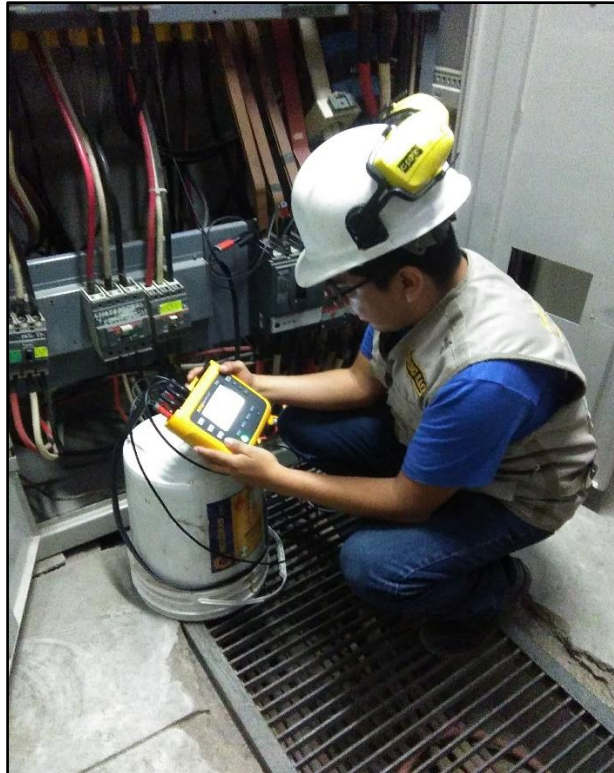


Figura N° 59. Verificación diaria del estado de funcionamiento del registrador de energía Fluke en la Sub Estación “A” de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 60. Registro de datos por parte del analizador de redes Metrel en la Sub estación "C" de la planta industrial "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia

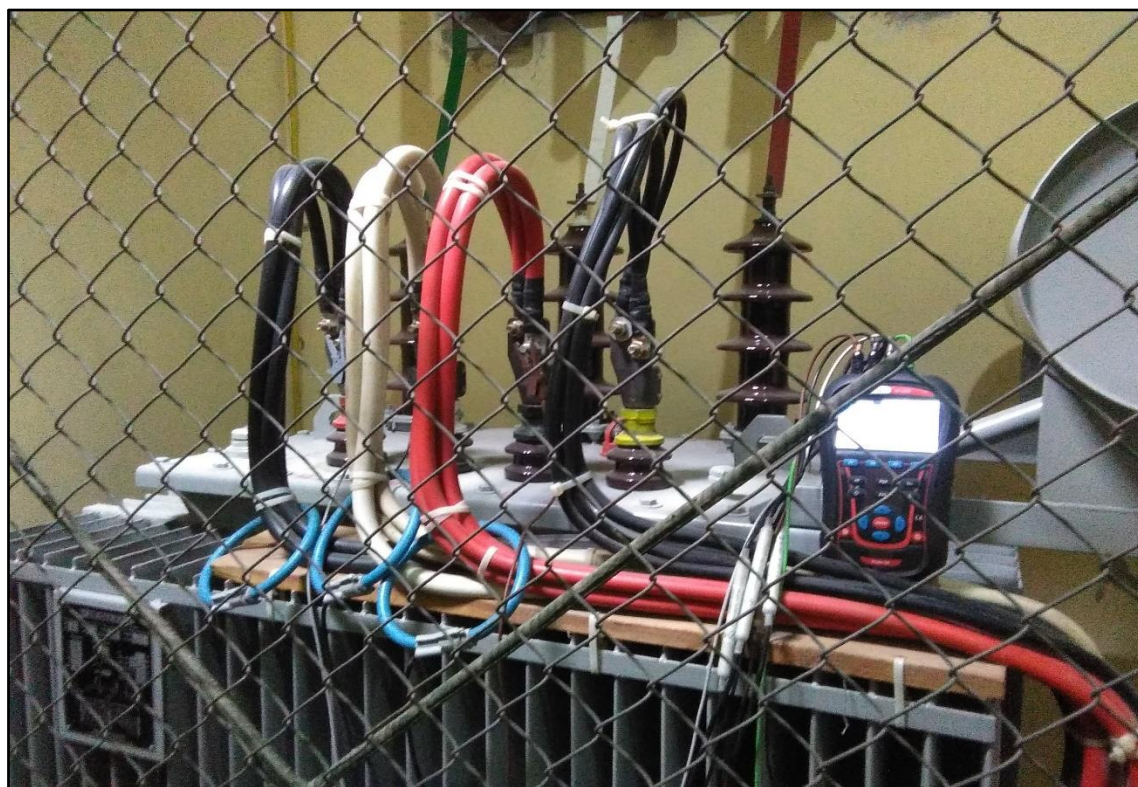


Figura N° 61. Toma de datos del analizador de redes Metrel en el transformador de marca Reselec en la Sub Estación "A" de la planta industrial "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia

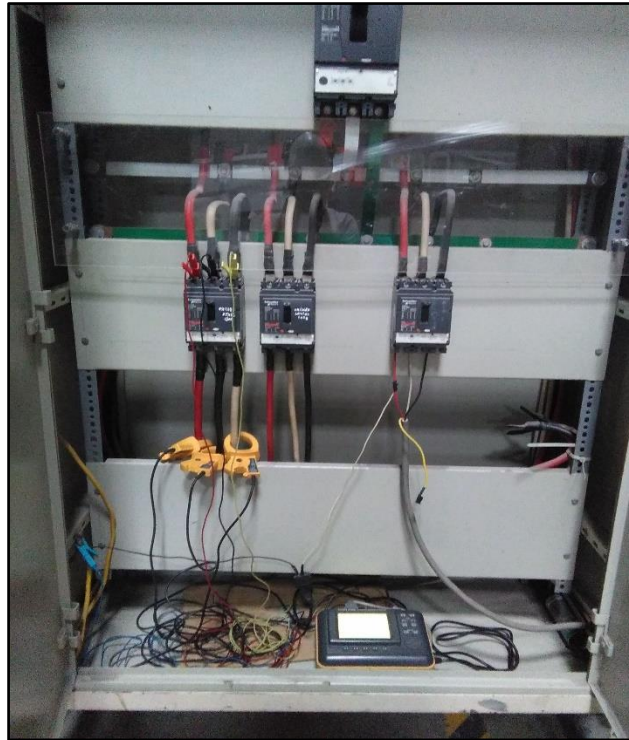


Figura N° 62. Toma de datos del analizador de redes Hioki en el tablero de las embobinadoras de la Extrusora I: Starlinger

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1 Censo de cargas

4.3.1.3.1-a Área de Extrusión

Diagramas de consumo representativo diario

Extrusora 1

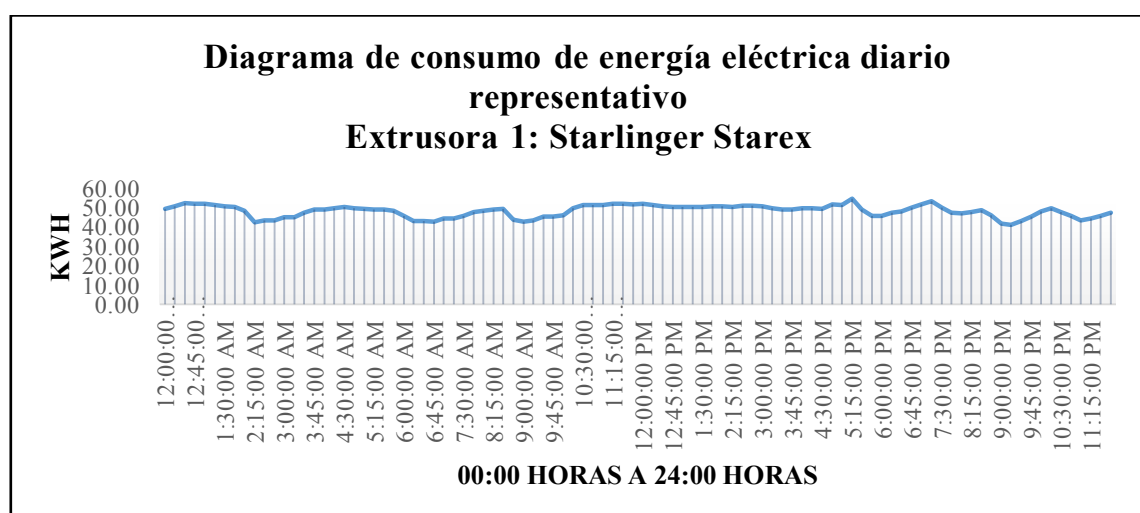


Figura N° 63. Diagrama de consumo representativo diario Extrusora 1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Resultados de la medición en la Extrusora 1

Resultados obtenidos de la medición: Extrusora 1	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo:	54,67 KWh/15min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio:	48,27 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo:	41,21 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario:	4 634,01 KWh
Consumo de energía representativo mensual:	139 020,39 KWh

Fuente: Elaboración propia

Extrusora 2

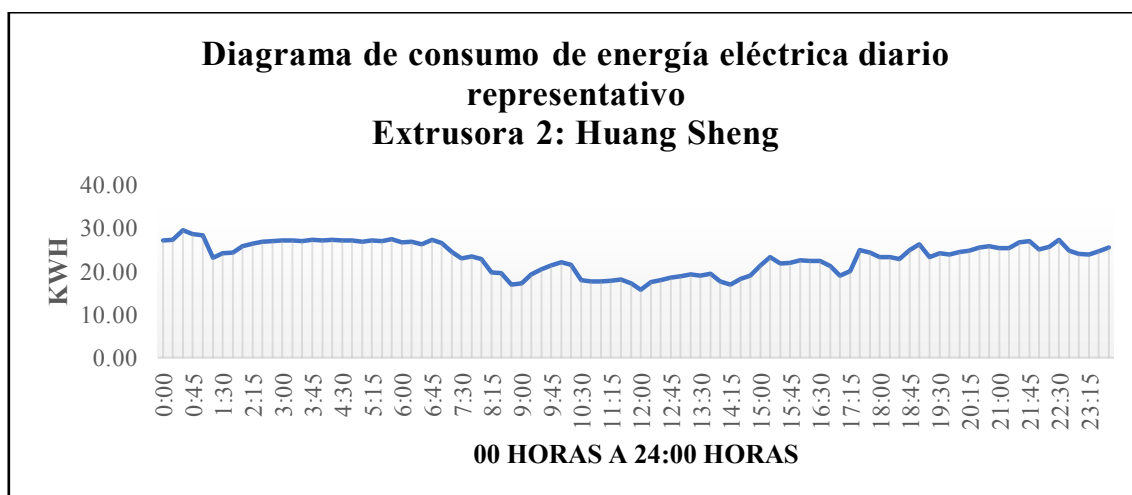


Figura N° 64. Diagrama de consumo representativo diario Extrusora 2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Resultados de la medición en la Extrusora 2

Resultados obtenidos de la medición: Extrusora 2	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo:	29,55 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio:	23,33 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo:	15,70 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario:	2 239,62 KWh
Consumo de energía representativo mensual:	67 188,619 KWh

Fuente: Elaboración propia

Extrusora 3

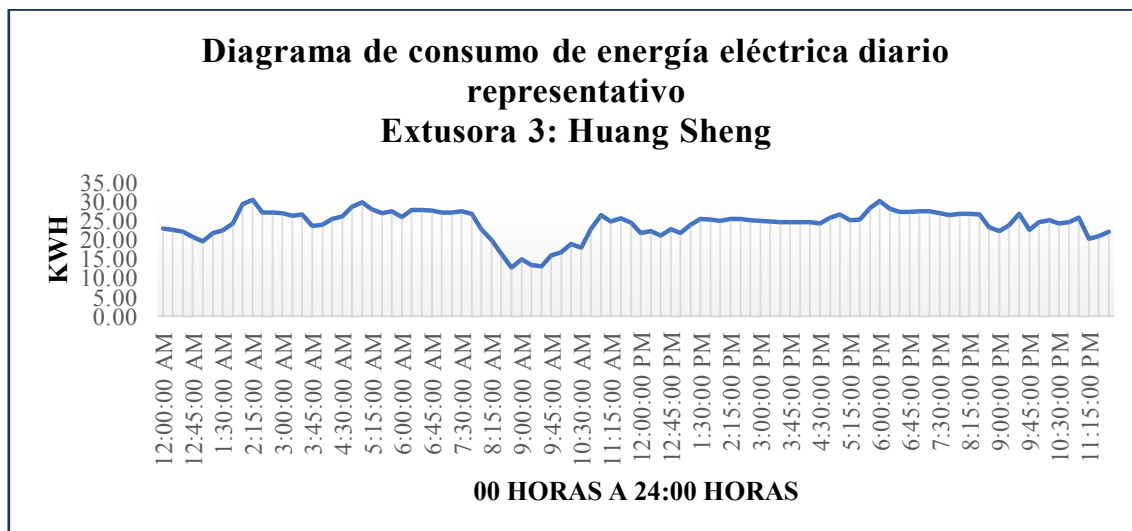


Figura N° 65. Diagrama de carga consumo diario Extrusora 3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Resultados de la medición en la Extrusora 3

Resultados obtenidos de la medición: Extrusora 3	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo:	30,51 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio:	24,31 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo:	12,82 KWh/ 15 min
Consumo de energía representativo diario:	2 333,42 KWh
Consumo de energía representativo mensual:	70 002,557 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Extrusora 4

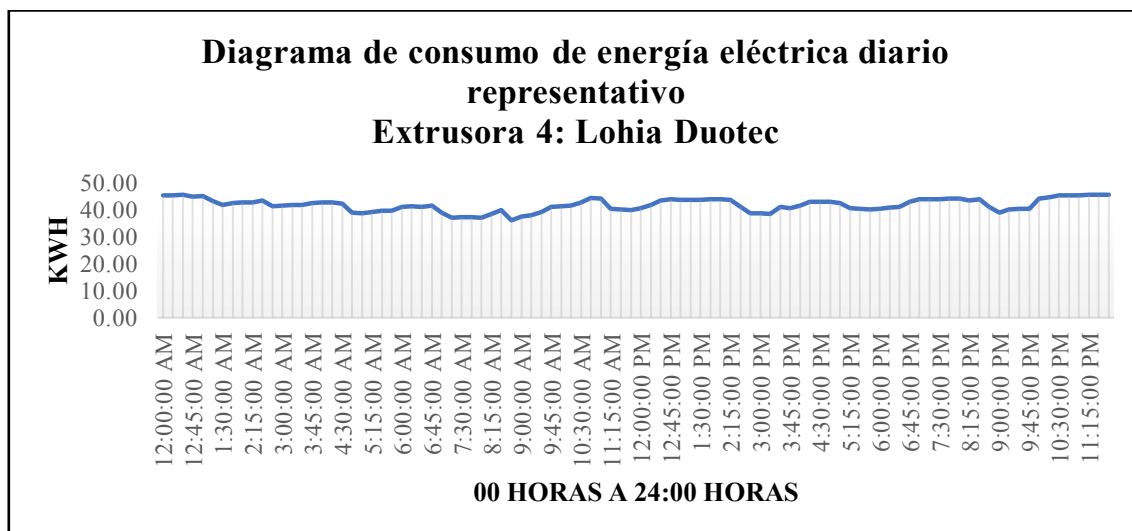


Figura N° 66. Diagrama de consumo representativo diario Extrusora 4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Resultados de la medición en la Extrusora 4

Resultados obtenidos de la medición: Extrusora 4	
Intervalo de demanda diaria máximo:	45,77 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria promedio:	41,95 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria mínimo:	36,22 KWh/ 15 min
Consumo de energía representativo diario:	4 026,93 KWh
Consumo de energía representativo mensual:	120 808,03 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Extrusora 5

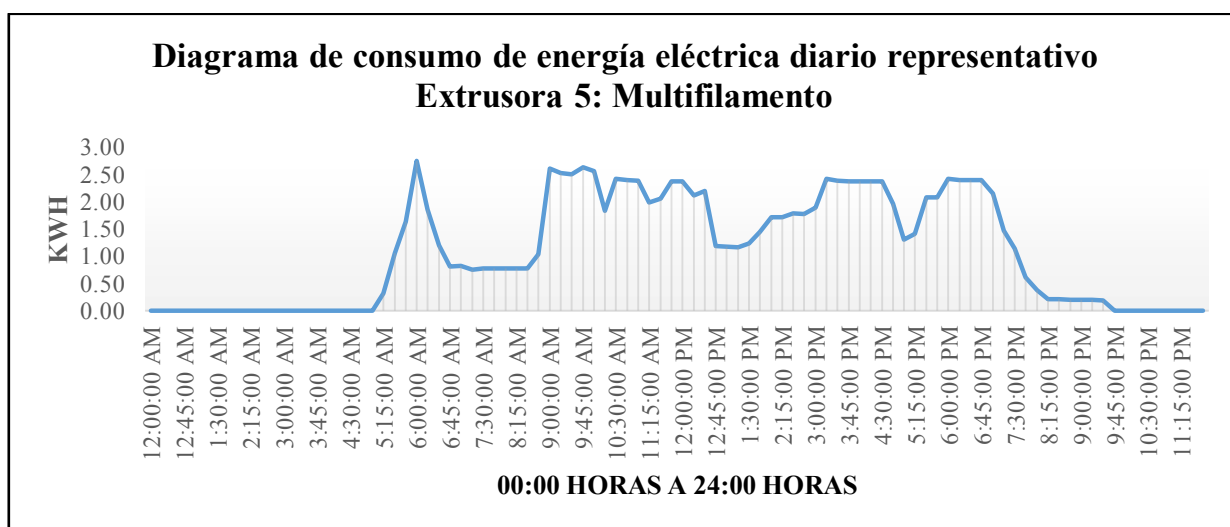


Figura N° 67. Diagrama de consumo representativo diario Extrusora 5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Resultados de la medición de la Extrusora 5

Resultados obtenidos de la medición: Extrusora 5	
Intervalo de demanda diaria máximo:	2,74 KWh/ 15 min
Intervalo de demanda diaria promedio:	1,10 KWh/ 15 min
Intervalo de demanda diaria mínimo:	0,00 KWh/ 15 min
Consumo de energía representativo diario:	105,53 KWh
Consumo de energía representativo mensual:	3 165,845 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro resumen del consumo de energía en el Área de Extrusión

Tabla 35. Cuadro resumen de los consumos de energía del Área de Extrusión

Área de Extrusión		
Máquina	KWh/mes	Porcentaje
Extrusora 1	139 020,39	34,74 %
Extrusora 2	67 188,62	16,79 %
Extrusora 3	70 002,56	17,49 %
Extrusora 4	120 808,03	30,19 %
Extrusora 5	3 165,84	0,79 %
Total	400 185,44	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Extrusión

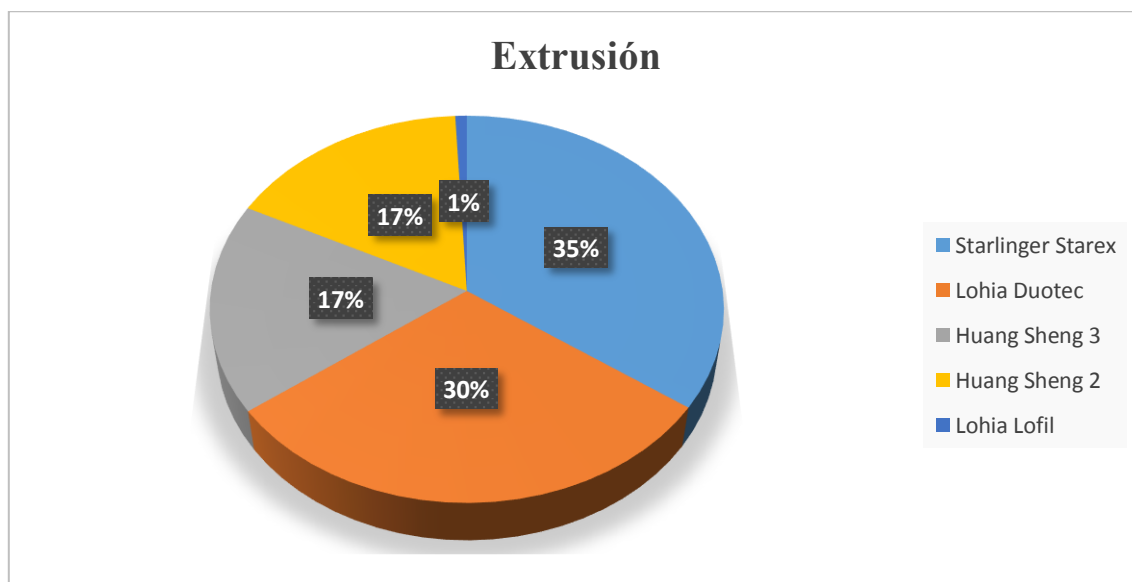


Figura N° 68. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Extrusión

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-b Área de Tejido

Diagramas de consumo representativo diario

Telares 9 – 26

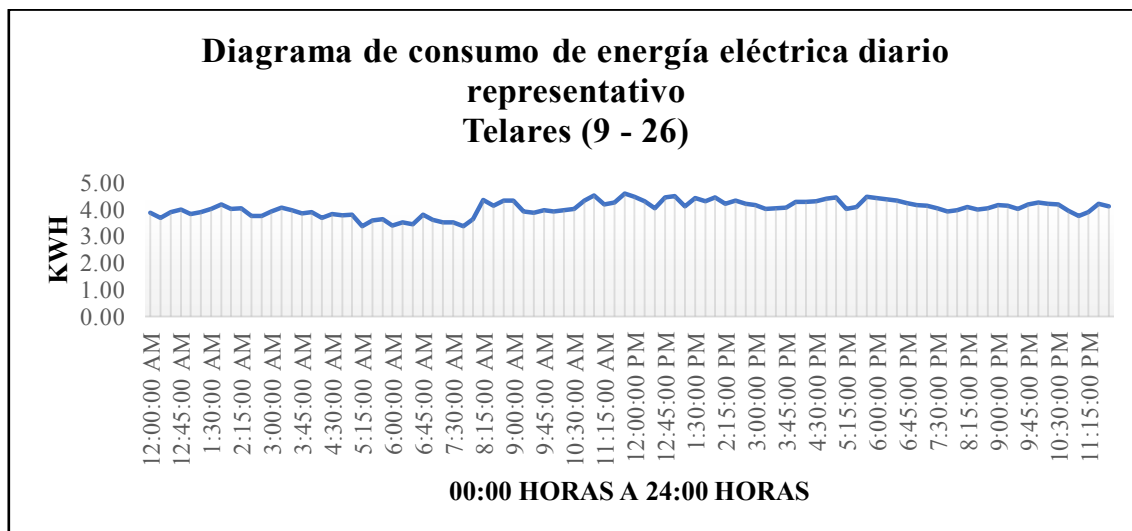


Figura N° 69. Diagrama de consumo representativo diario Telares (9-26)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Resultados de la medición Telares (9-26)

Resultados obtenidos de la medición: Telares (9-26)	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo	4,58 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio	4,04 KWh/15 min
Intervalo de demanda de diaria de energía mínimo	3,38 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario	387,74 KWh
Consumo de energía representativo mensual	11 632,26 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Telares 40 – 45

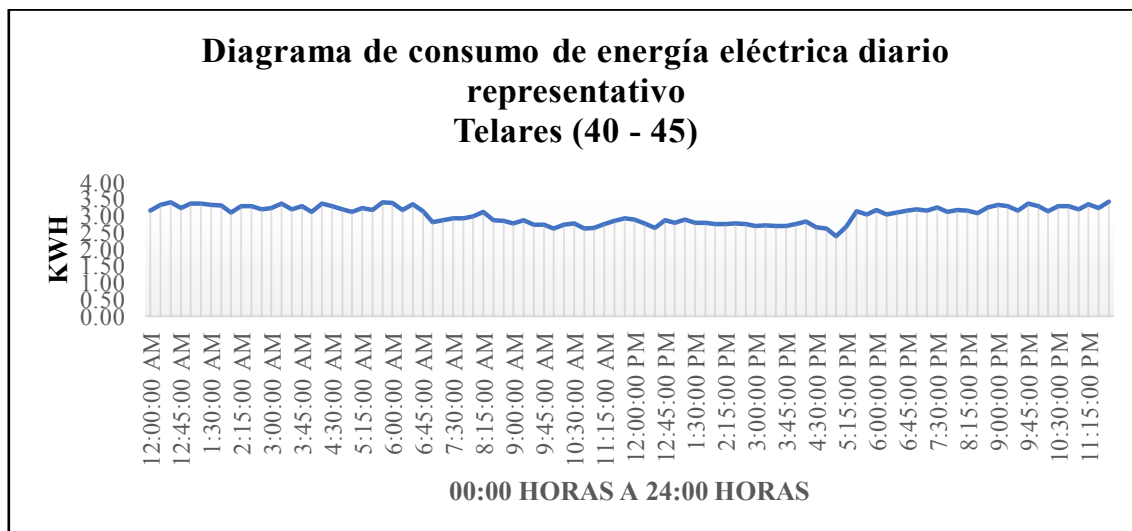


Figura N° 70. Diagrama de consumo representativo diario Telares (40-45)

Fuente: Elaboración

Tabla 37. Resultados de la medición Telares (40-45)

Resultados obtenidos de la medición: Telares (40-45)	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo	3,42 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio	3,04 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo	2,40 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario	291,83 KWh
Consumo de energía representativo mensual	8 754,88 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Telares (46 – 54)

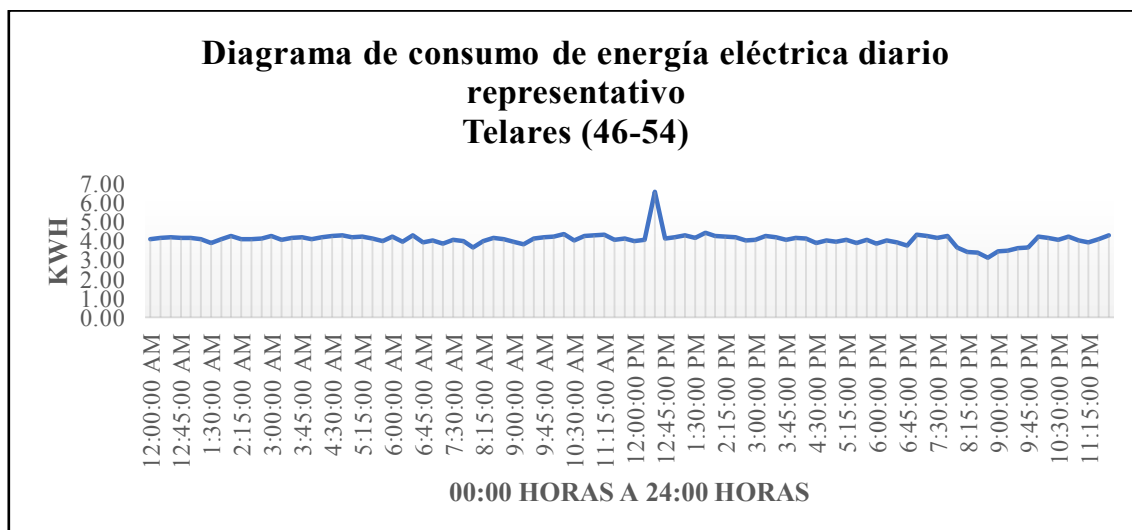


Figura N° 71. Diagrama de consumo representativo diario Telares (46-54)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Resultados de la medición Telares (46-54)

Resultados obtenidos de la medición: Telares (46-54)	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo	6,57 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio	4,08 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo	3,14 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario	391,89 KWh
Consumo de energía representativo mensual	11 756,68 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Telares (55 – 87, J1 – J8)

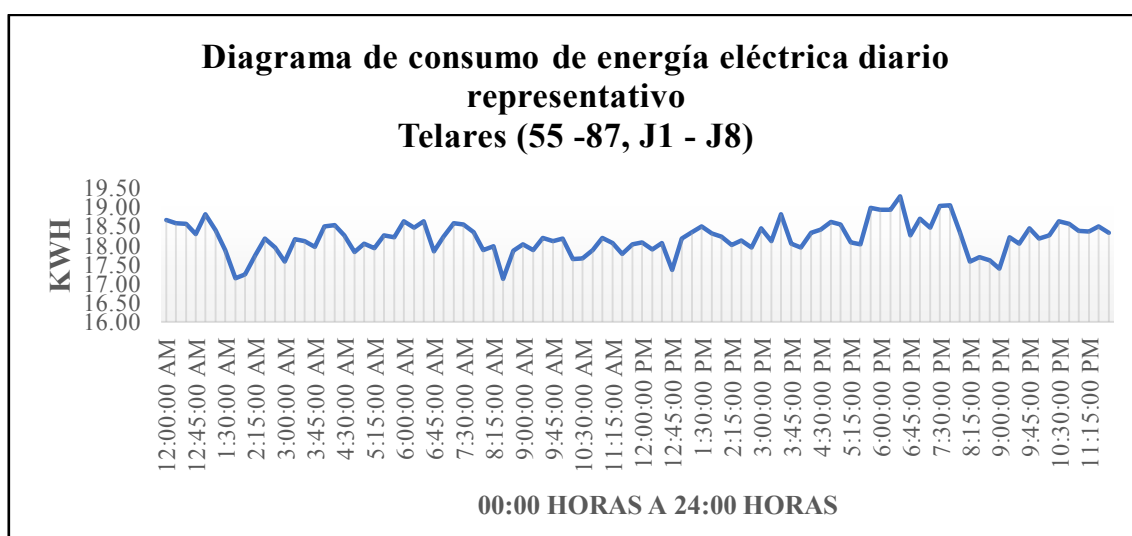


Figura N° 72. Diagrama de consumo representativo diario Telares (55-87, J1-J8)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Resultados de la medición Telares (55-87, J1-J8)

Resultados obtenidos de la medición: Telares (55-87, J1-J8)	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo	19,28 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio	18,20 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo	17,12 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario	1 746,75 KWh
Consumo de energía representativo mensual	52 402,59 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Cuadro resumen de los consumos de energía del Área de Tejido

Área de Tejido		
Máquina	KWh/mes	%
Telares (1 -8)	Máquinas sin consumo de energía significativo.	-----
Telares (9 - 26)	11 632,26	13,77
Telares (27 – 34)	Máquinas sin consumo de energía significativo.	-----
Telares (35 – 39)	Máquinas sin consumo de energía significativo.	-----
Telares (40 – 45)	8 754,88	10,36
Telares (46 – 54)	11 683,34	13,83
Telares (55 – 87, J1 – J8)	52 402,59	62,03
Total	84 473,07	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Tejido

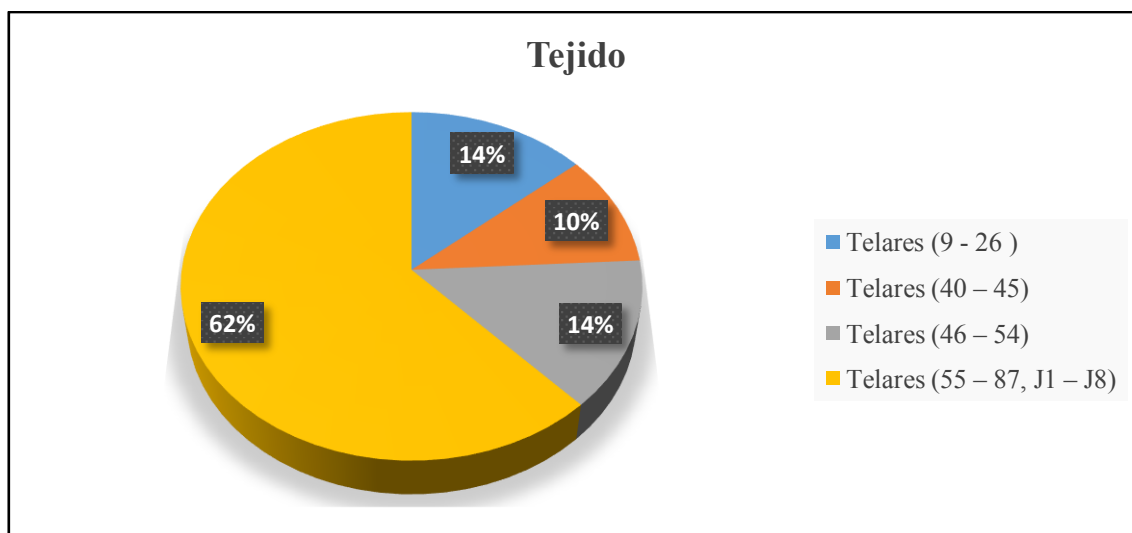


Figura N° 73. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Tejido

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3.1-c Área de Laminado

Diagrama de consumo representativo diario

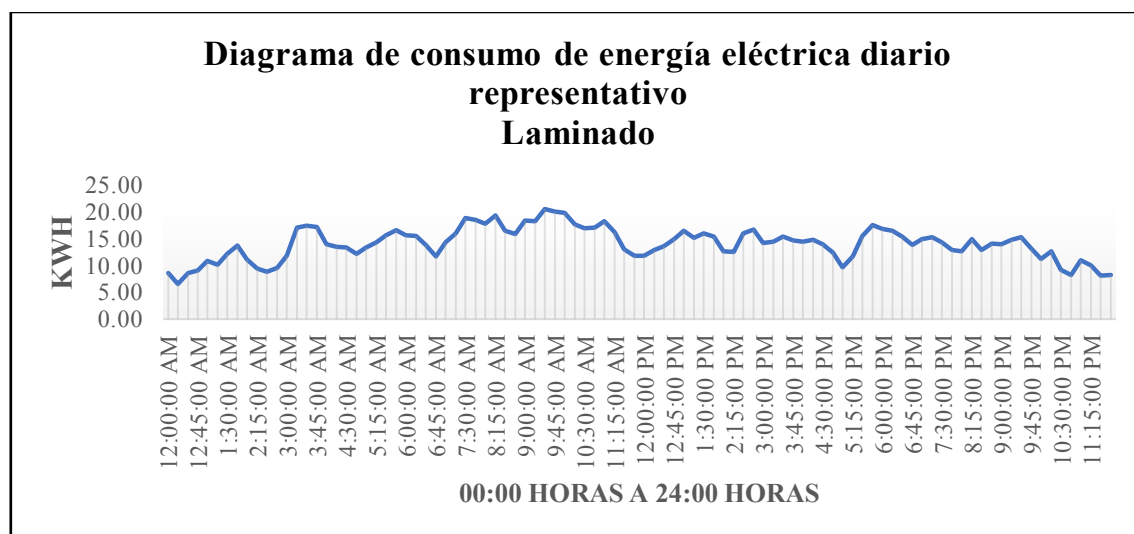


Figura N° 74. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Laminado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Resultados de la medición del Área de Laminado

Resultados obtenidos de la medición: Laminado	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo	20,48 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio	14,03 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo	6,55 KWh/ 15 min
Consumo de energía representativo diario	1 346,51 KWh
Consumo de energía representativo mensual	40 395,40 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Laminado

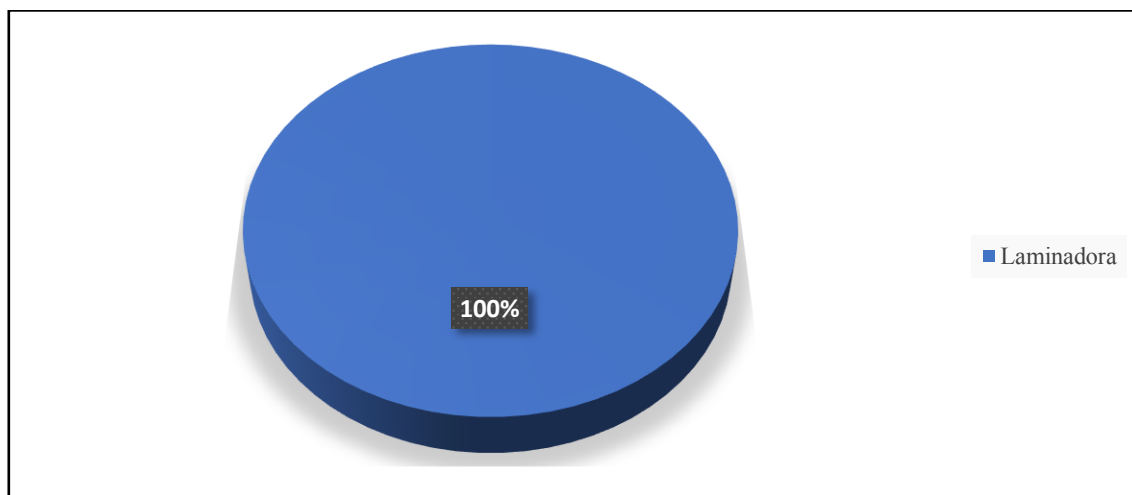


Figura N° 75. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Laminado

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-d Área de Impresión

Diagramas de consumo representativo diario

Impresora Fevaflex N°01

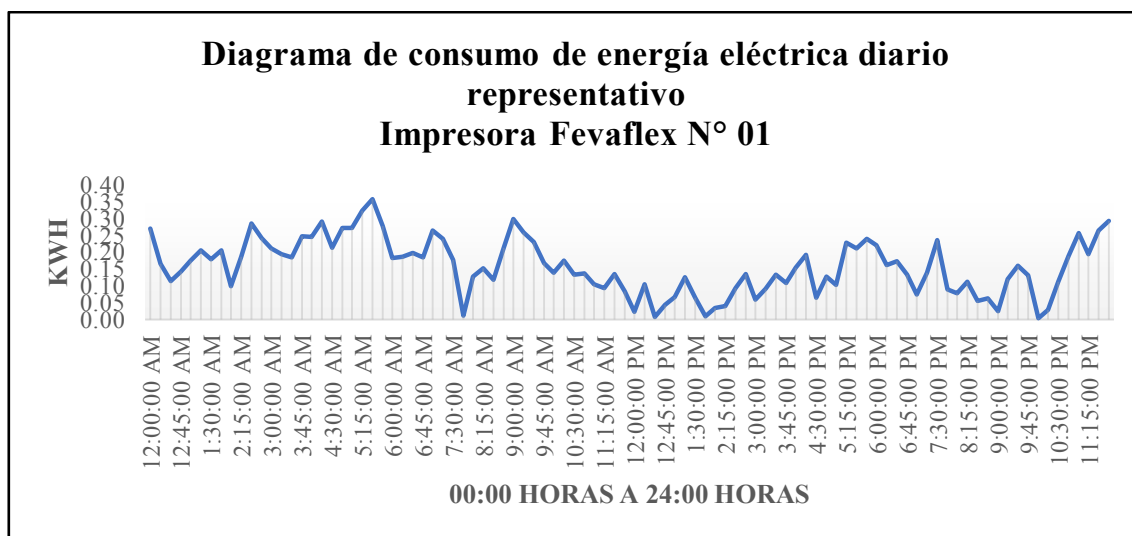


Figura N° 76. Diagrama de consumo representativo diario: Impresora Fevaflex N° 01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Resultados de la medición Impresora Fevaflex N° 01

Resultados obtenidos de la medición: Impresora Fevaflex N°01	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo	0,36 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio	0,16 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo	0,00 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario	15,12 KWh
Consumo de energía representativo mensual	453,46 KWh

. Fuente: Elaboración propia.

Impresora Fevaflex N°02

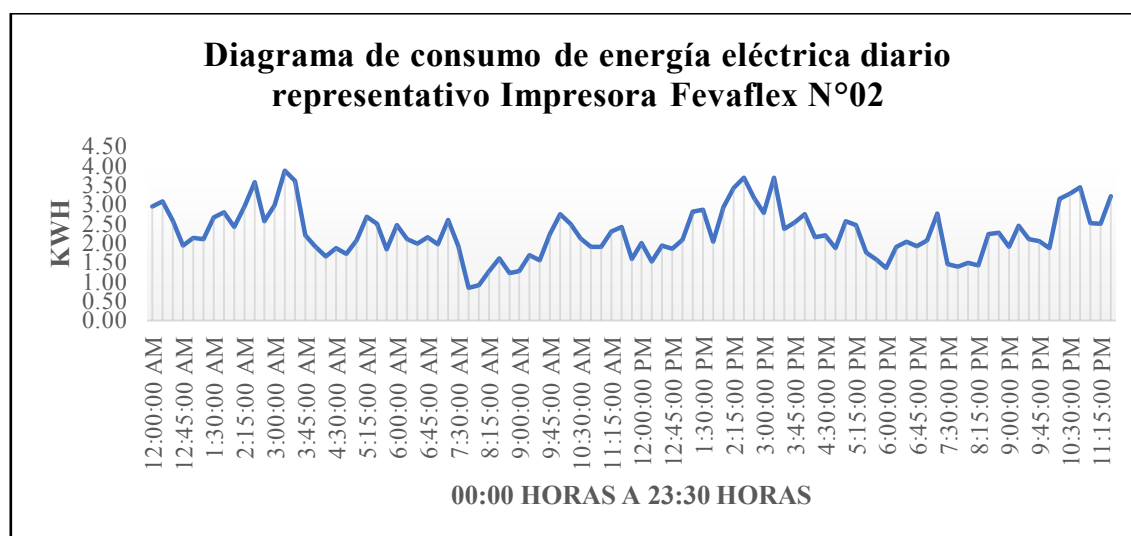


Figura N° 77. Diagrama de consumo representativo diario de la Impresora Fevaflex N° 02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Resultados de la medición Impresora Fevaflex N° 02

Resultados obtenidos de la medición: Impresora Fevaflex N°02	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo	3,88 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio	2,27 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo	0,84 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario	215,33 KWh/15 min
Consumo de energía representativo mensual	6 459,75 KWh/15 min

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44. Cuadro resumen de los consumos de energía del Área de Impresión

Área de Impresión		
Máquina	KWh/mes	%
Impresora Fevaflex N°01	453,46	6,56
Impresora Fevaflex N°02	6 459,75	93,44
Impresoras RR1-RR2	Sin consumo de energía significativo	-----
Total	6 913,21	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Impresión

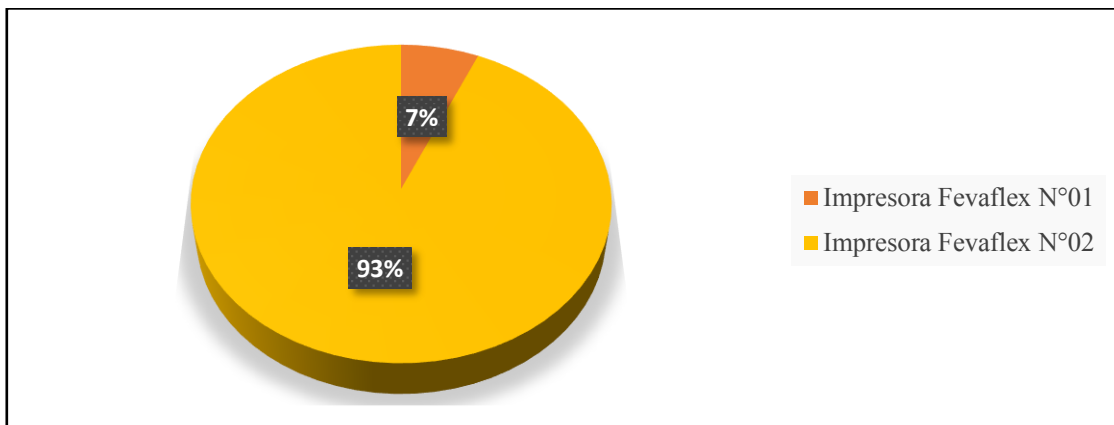


Figura N° 78. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Impresión

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-e Área de Reciclado

Diagrama de consumo representativo diario

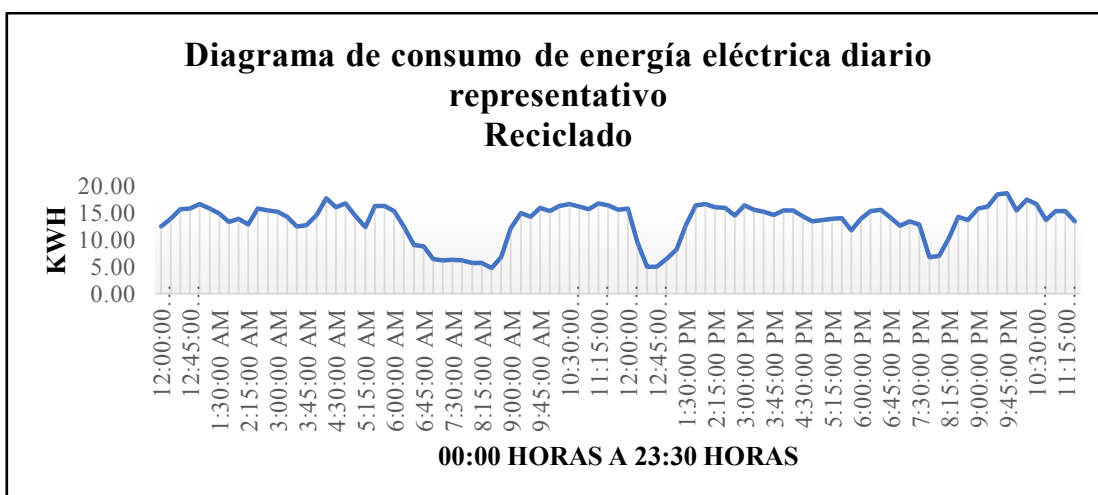


Figura N° 79. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Reciclado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Resultados de la medición para el Área de Reciclado

Resultados obtenidos de la medición: Recicladora	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo.	18,66 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio.	13,47 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo.	4,72 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario.	1 279,40 KWh/15 min
Consumo de energía representativo mensual.	38 382,14 KWh/15 min

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Reciclado

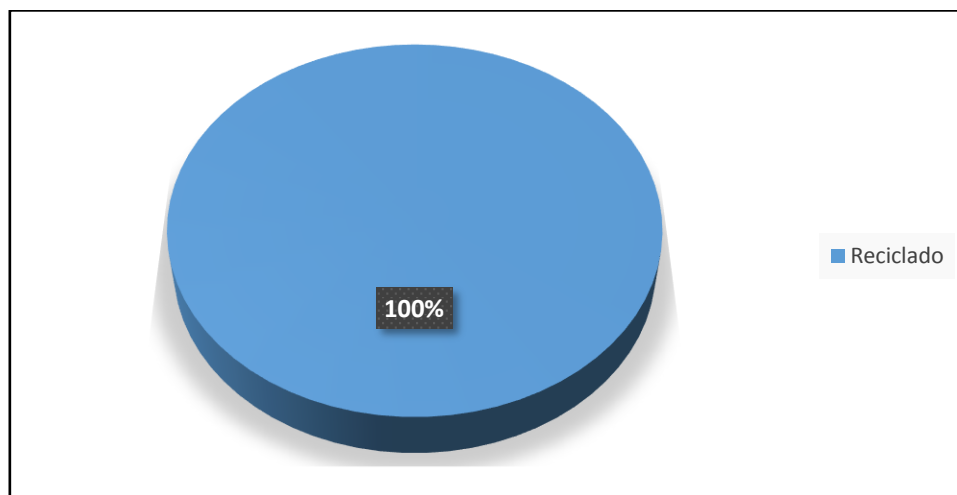


Figura N° 80. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Reciclado.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3.1-f Área de Conversión y Prensa

Diagrama de consumo representativo diario

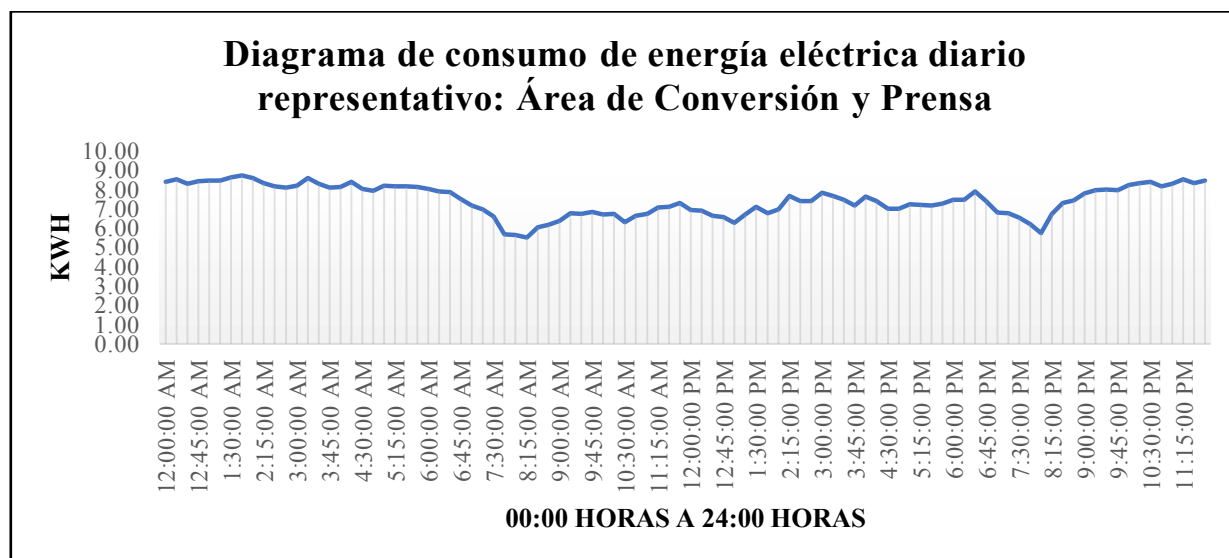


Figura N° 81. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Conversión

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Resultados de la medición del Área de Conversión y Prensa

Resultados obtenidos de las mediciones: Conversión y Prensa	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo	8,24 KWh/15 min
Intervalo de demanda de diaria de energía promedio	7,23 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo	5,73 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario	686,42 KWh
Consumo de energía representativo mensual	20 592,45 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Conversión y Prensa

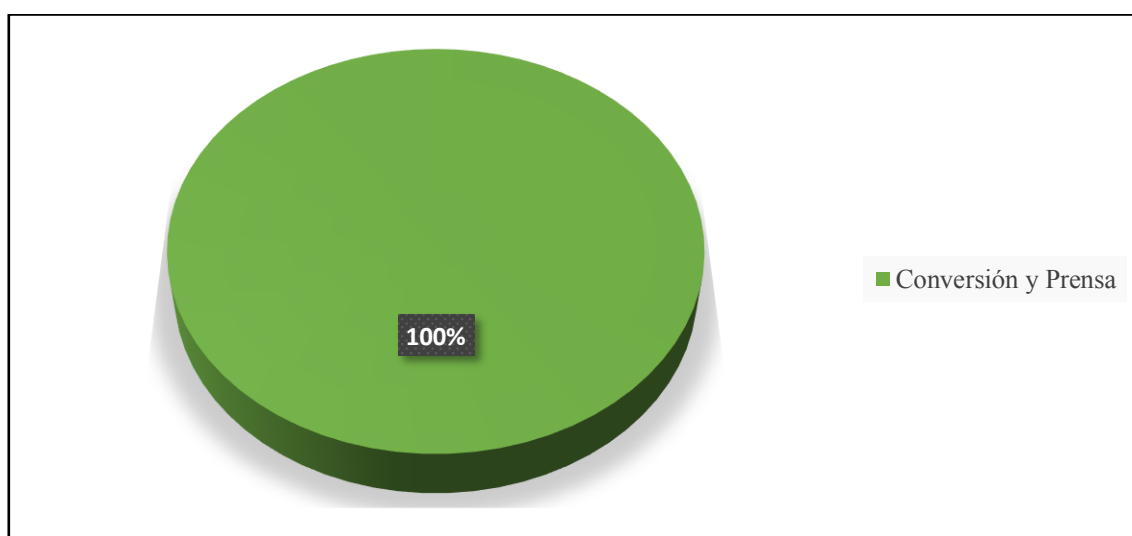


Figura N° 82. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Conversión y Prensa

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-g Área de Aire Comprimido

Diagrama de consumo representativo diario

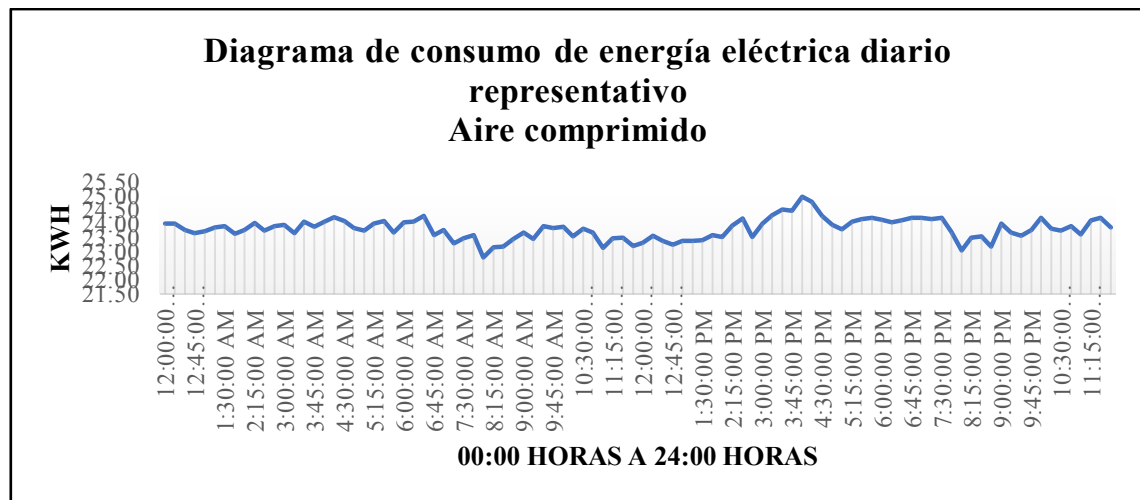


Figura N° 83. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Aire Comprimido

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Resultados de la medición del Área de Aire Comprimido

Resultados obtenidos de las mediciones: Aire Comprimido	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo.	24,97 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio.	23,82 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo.	22,80 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario.	2 286,82 KWh
Consumo de energía representativo mensual.	68 604,695 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Aire Comprimido

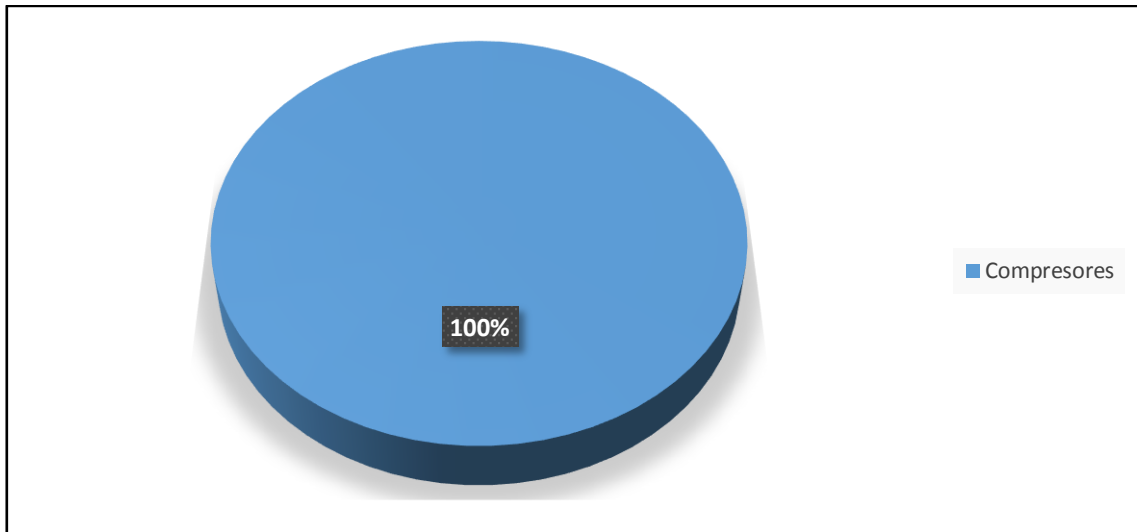


Figura N° 84. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Aire Comprimido

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-h Área de Refrigeración de agua de proceso

Diagramas de carga representativo diario

Chiller 1: (Laminadora)

Nota: Máquina en reparación.

Chiller 2 (Extrusora 1)

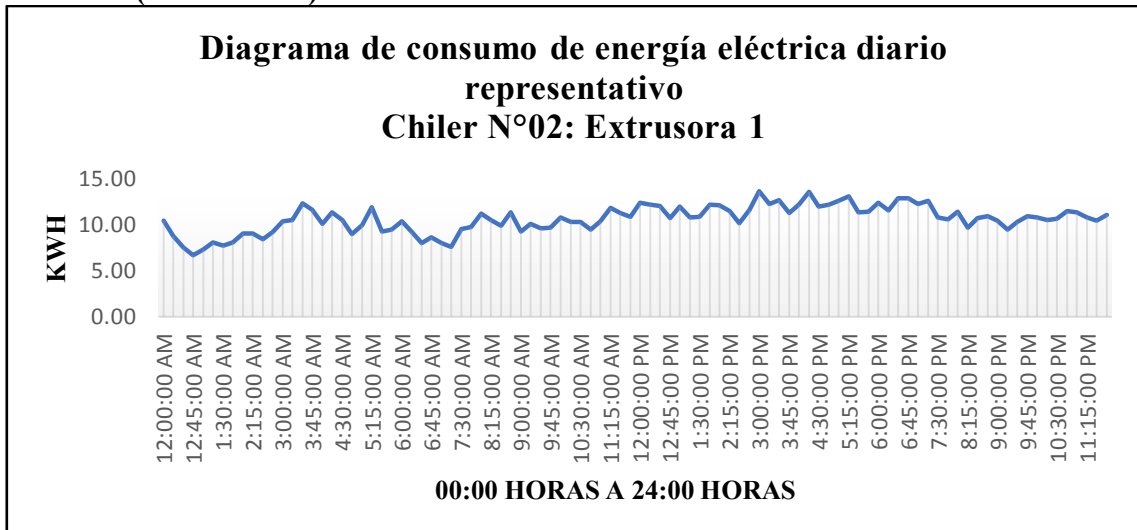


Figura N° 85. Diagrama de consumo representativo diario del Chiller N°02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Resultados de la medición del Chiller N°02

Resultados obtenidos de las mediciones: ChillerN° 02	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo.	13,65 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio.	10,61 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo.	6,68 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario.	1 018,76 KWh
Consumo de energía representativo mensual.	30 562,75 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Chiller 3 (Extrusora 4)

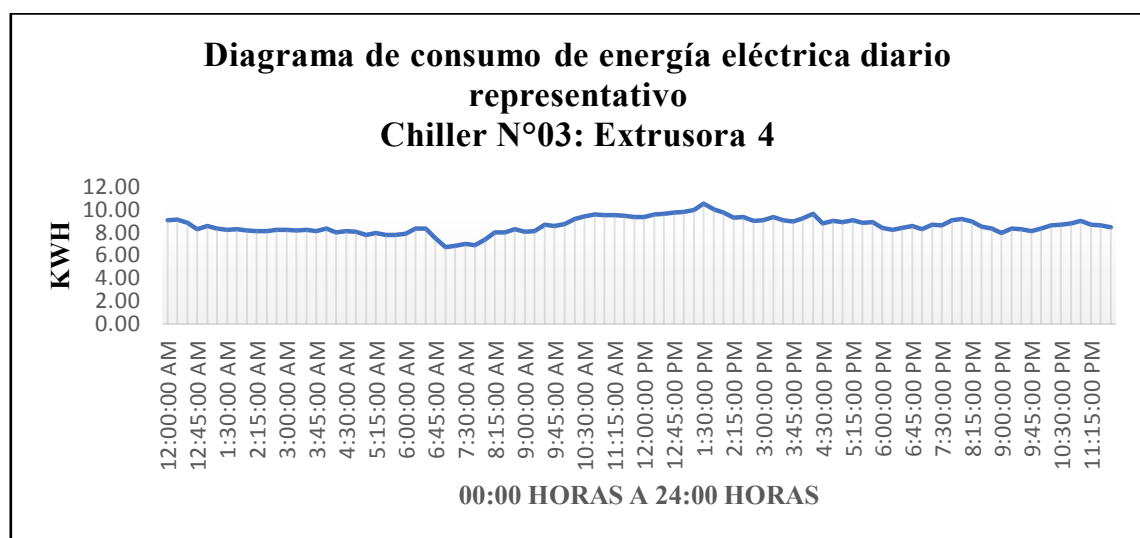


Figura N° 86. Diagrama de consumo representativo diario del Chiller N°03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Resultados de la medición del Chiller N°03

Resultados obtenidos de las mediciones: Chiller N°03	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo.	10,51 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio.	8,59 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo.	6,70 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario.	824,74 KWh
Consumo de energía representativo mensual.	24 742,17 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Chiller 4 (Extrusora 5: Multifilamento)

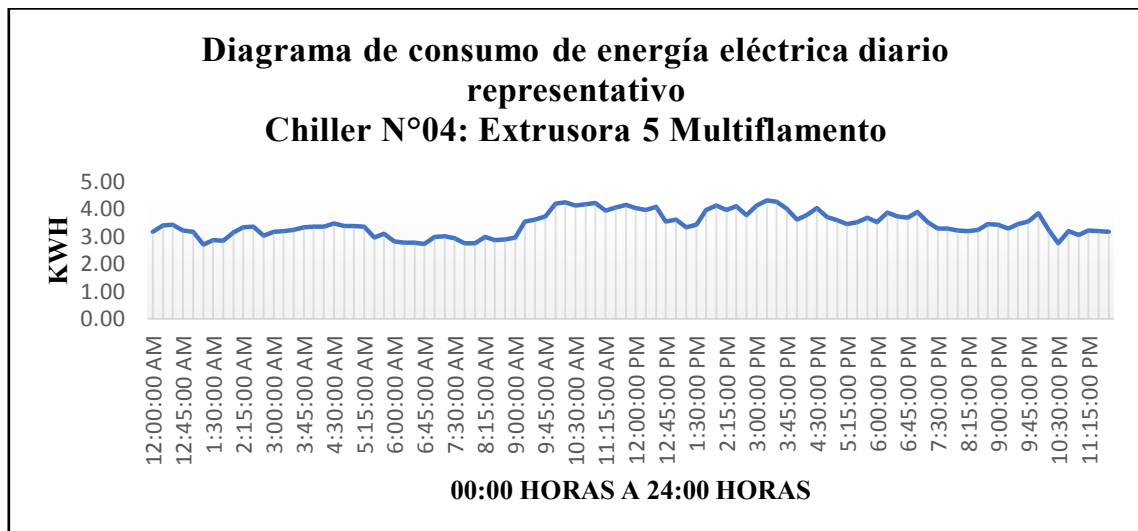


Figura N° 87. Diagrama de consumo representativo diario del Chiller N°04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Resultados de la medición del Chiller N°04

Resultados obtenidos de las mediciones: Chiller N° 04	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo.	4,30 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio.	3,45 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo.	2,69 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario.	330,87 KWh
Consumo de energía representativo mensual.	9 962,02 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Bombas centrífugas

Se cuentan con las siguientes bombas centrífugas:

- 2 bombas principales.
- 1 bomba de recirculación.
- 1 bomba de emergencia.

Cada una con una potencia nominal de 4,5 KW lo que hace una potencia instalada de 18 KW y considerando un tiempo de trabajo de 8 horas por jornada de trabajo, obtenemos un consumo de energía de aproximadamente 144 KWh/día lo que nos da al mes 4 320 KWh/mes.

Tabla 51. Cuadro resumen de los consumos de energía del Área de Refrigeración de Agua.

Máquinas	KWh/mes	%
Chiller N°02	30 562,75	43,94
Chiller N°03	24 742,17	35,57
Chiller N°04	99 26,02	14,27
Bombas de agua (4)	4 320,00	6,21
Total	69 550,94	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Refrigeración de Agua

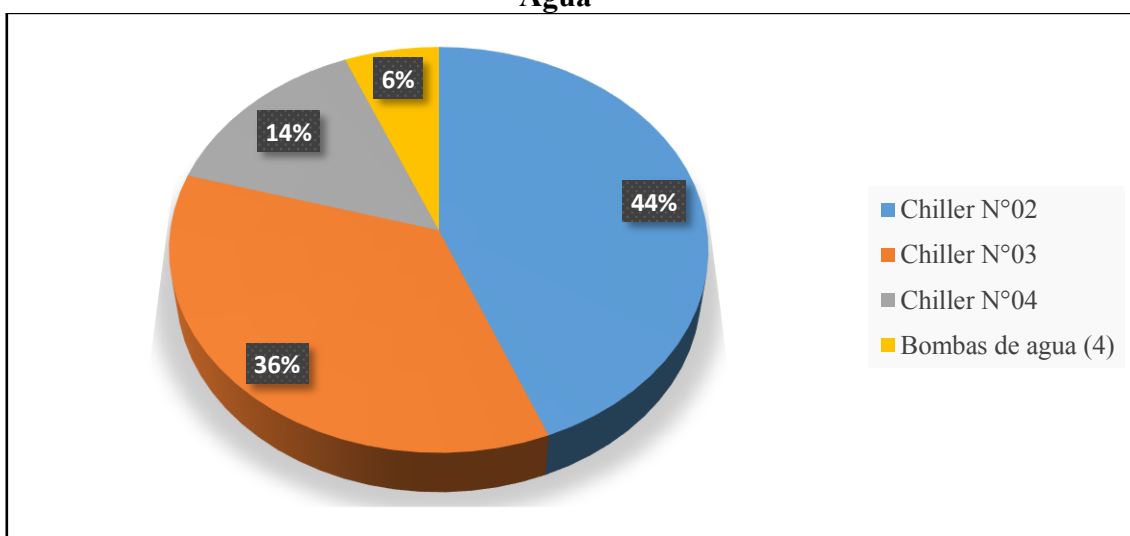


Figura N° 88. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Refrigeración de Agua

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-i Área de Bastillado

Diagrama de carga representativo diario

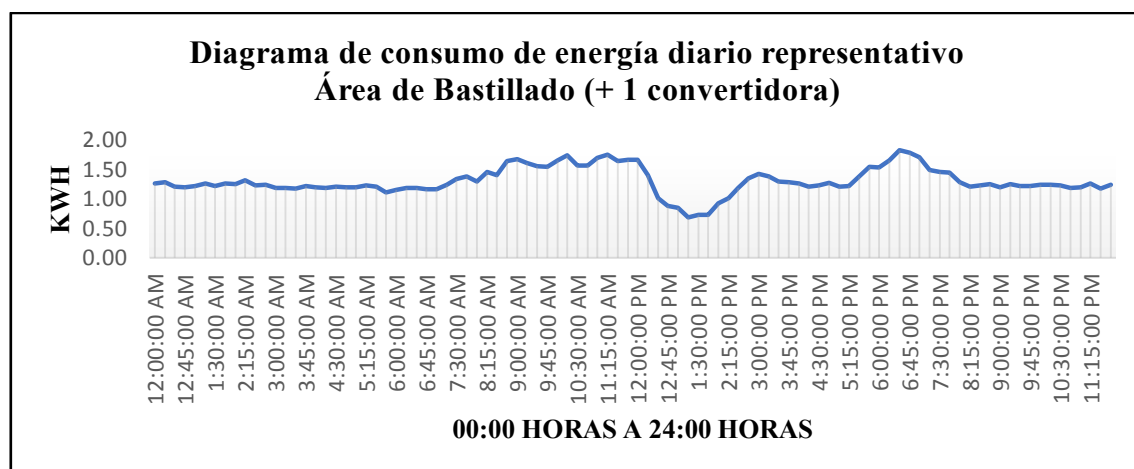


Figura N° 89. Diagrama de consumo representativo diario del Área de Bastillado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Resultados de la medición del Área de Bastillado

Resultados obtenidos de las mediciones: Área de Bastillado	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo.	1,83 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio.	1,30 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo.	0,69 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario.	125,00 KWh
Consumo de energía representativo mensual.	3 752,38 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Bastillado

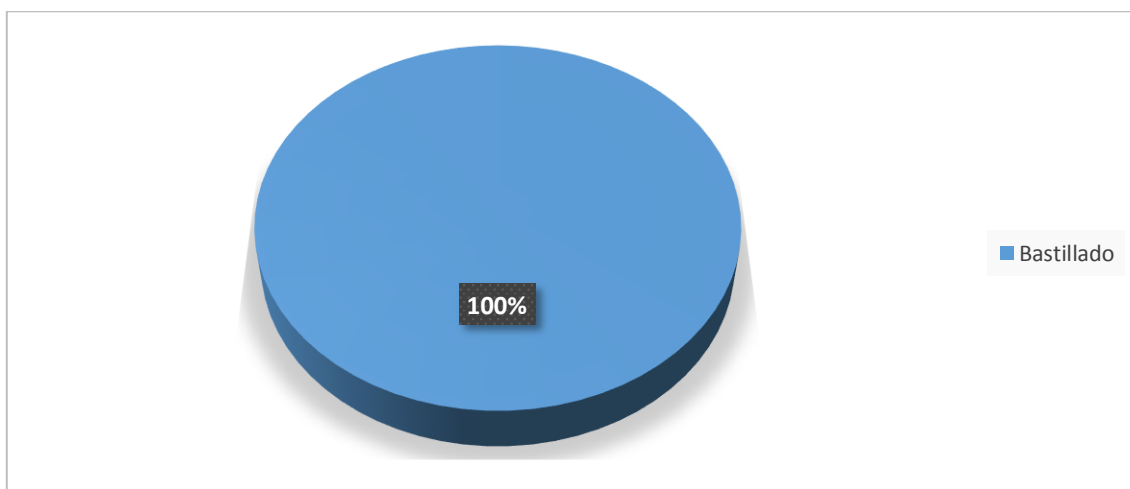


Figura N° 90. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Bastillado

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-j Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior

Diagrama de carga representativo diario



Figura N° 91. Diagrama de carga representativo diario del Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Resultados de la medición del Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior

Resultados obtenidos de las mediciones: Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior	
Intervalo de demanda diaria de energía máximo.	0,98 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía promedio.	0,51 KWh/15 min
Intervalo de demanda diaria de energía mínimo.	0,30 KWh/15 min
Consumo de energía representativo diario.	49,39 KWh
Consumo de energía representativo mensual.	1 481,67 KWh

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del Consumo de Energía Eléctrica en el Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior

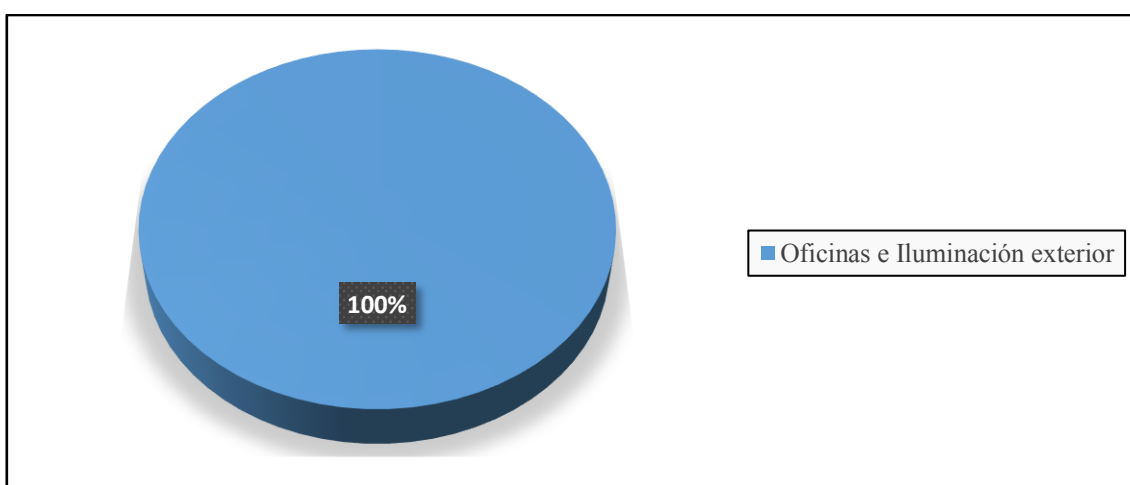


Figura N° 92. Distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en el Área de Oficinas Administrativas e Iluminación Exterior

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-k Área de Iluminación General de Planta

Tabla 54. Resultados de la medición del Área de Iluminación General de Planta

CUADRO DE CARGAS ILUMINACION PLANTA INDUSTRIAL EL AGUILA S.R.L.										
AREA	ZONA	POTENCIA INSTALADA (W)				UBICACIÓN TABLERO	TOMA MEDIDA DIARIA		CONSUMO MENSUAL (KWh)	
		TIPO LUMIN.	N° LUM.		POT. (W)/LUM.		POT./TOT. (w)	CARGA (A)		POT. EFECT. (W)
			INST.	OPER.						
EXTRUSION, TELARES, LAMINADO E IMPRESIÓN	1	TCW062-PHILLIP 2x36	58	47	80	3760	TABLERO S.E. - A	17,40	3900,00	1 404,00
		REF. HALOG. 400 W	4	2	415	830				
		PHILLIP 2x36 W/telares	37	37	60	2220	En cada telar	8,15	1776	1065,60
	2	TCW062-PHILLIP 2x36	36	34	80	2720	PASAD. EXT. 1	13,58	2915,00	1 224,30
		REF. HALOG. 400 W	3	2	415	830				
		PHILLIP 2x36w/Embob. Ext. 1	16	16	80	1280	En embobinadora	4,26	932,00	391,44
	3	TCW062-PHILLIP 2x36	41	40	80	3200	PASAD. LAMINAD.	19,40	4 175,00	1 753,50
		REF. HALOG. 400 W	3	2	415	830				
		REF. LED. 200 W	2	2	200	400				
		REF. LED. 100 W	1	1	100	100				
PHILLIP 2x36w/Feva 1, 2, RR 1, 2	10	9	80	720	En impresoras	2,68	590	354,00		
CONVERSION	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	30	27	80	2160	PARED LATERAL IZQ.	8,96	1 200,00	504,00
		REF. LED 200 W	1	1	200	200				
OFICINA PRODUCCION + ALMACEN REPUESTOS	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	6	6	80	480	PARED LATERAL IZQ.	6,00	1 000,00	420,00
		TCW062-PHILLIP 4x18	9	9	80	720				
GRUPO TELARES (N° 38 AL N° 54) ZONA 3	ILUM./TELAR	TCW062-PHILLIP 2x36w/Telares	34	34	80	2720	PARED LATERAL IZQ.	8,15	1 760,00	739,20
AMPLIACIÓN TELARES + JUMBOS	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	31	29	80	2320	PAREDES LATERALES	13,32	2 080,00	873,60
		REF. HALOG. 400 W	5	4	415	1660				
		REF. LED 100 W	2	2	100	200				
EXTRUSORA 3, PASAD. EXT., TALLER SOLDADURA	INTERIOR, EXTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	10	10	80	800	PARED LATERAL	7,67	1 288,00	540,96
		REF. HALOG. 400 W	3	2	415	830				
		REF. LED 200 W	2	2	200	400				
OFICINAS MANT. Y CONTROL PROD.	INTERIOR	REJILLA KARSON 4x18	10	8	80	640	PARED LATERAL	2,30	506,00	212,52
TALLER MANT., CHILLERS	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	7	7	80	560	PARED LATERAL	2,20	539,00	194,04
EXTRUSORA DE HILO	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	8	7	80	560	PARED LATERAL	2,10	390,00	163,80
COMPRESORES	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	3	3	80	240	TAB. AUTOSOP.	0,80	170,00	71,40
RECICLADO	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	6	6	80	480	PARED LATERAL	3,30	702,00	294,84
		REF. Halog. 400 W	1	1	415	415				
EDIF. NUEVO 1° PLANTA (ALMAC.) Y 2° PLANTA (BASTILLADO), PPM	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	12	10	80	800	PARED LATERAL, 2° PLANTA	3,90	846,00	355,32
		REF. HALOG. 400 W	1	1	415	415				
		REF. LED 200 W	3	2	200	400				
OFICINAS ADMINISTRATIVAS	INTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	2	2	80	160	PARED LATERAL	7,60	1 672,00	702,24
		REJILLA KARSON 4x18	30	30	80	2400				
COMEDOR + OF. RECURSOS HUM. + CASETA VIGILANCIA + S.E. ELECT.	INTERIOR EXTERIOR	TCW062-PHILLIP 2x36	14	5	80	400	PARED LATERAL	3,40	748,00	314,16
		REJILLA KARSON 4x18	6	2	80	160				
		REF. HALOG. 400 W	1	1	415	415				
		REF. LED 200 W	1	1	200	200				
TOTAL POTENCIA INSTALADA						43465	TOTAL	32153	14823,66	

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.1-l Resultados del Censo de cargas de las áreas de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Tabla 55. Resultados del Censo de cargas para las áreas productivas de la empresa “El Águila S.R.L”

Nº	Área	Consumo de energía (KWh/mes)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Extrusión	400 185,44	53,42%	53,42%
2	Tejido	84 473,07	11,28%	64,69%
3	Refrigeración de agua	69 550,94	9,28%	73,98%
4	Aire Comprimido	68 604,70	9,16%	83,14%
5	Laminado	40 395,40	5,39%	88,53%
6	Reciclado	38 382,14	5,12%	93,65%
7	Conversión	20 592,45	2,75%	96,40%
8	Iluminación general	14 823,66	1,98%	98,38%
9	Impresión	6 913,21	0,92%	99,30%
10	Bastillado	3 752,38	0,50%	99,80%
11	Oficinas Adm e Ilum Ext	1 481,67	0,20%	100,00%
Total Planta		749 155,06	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

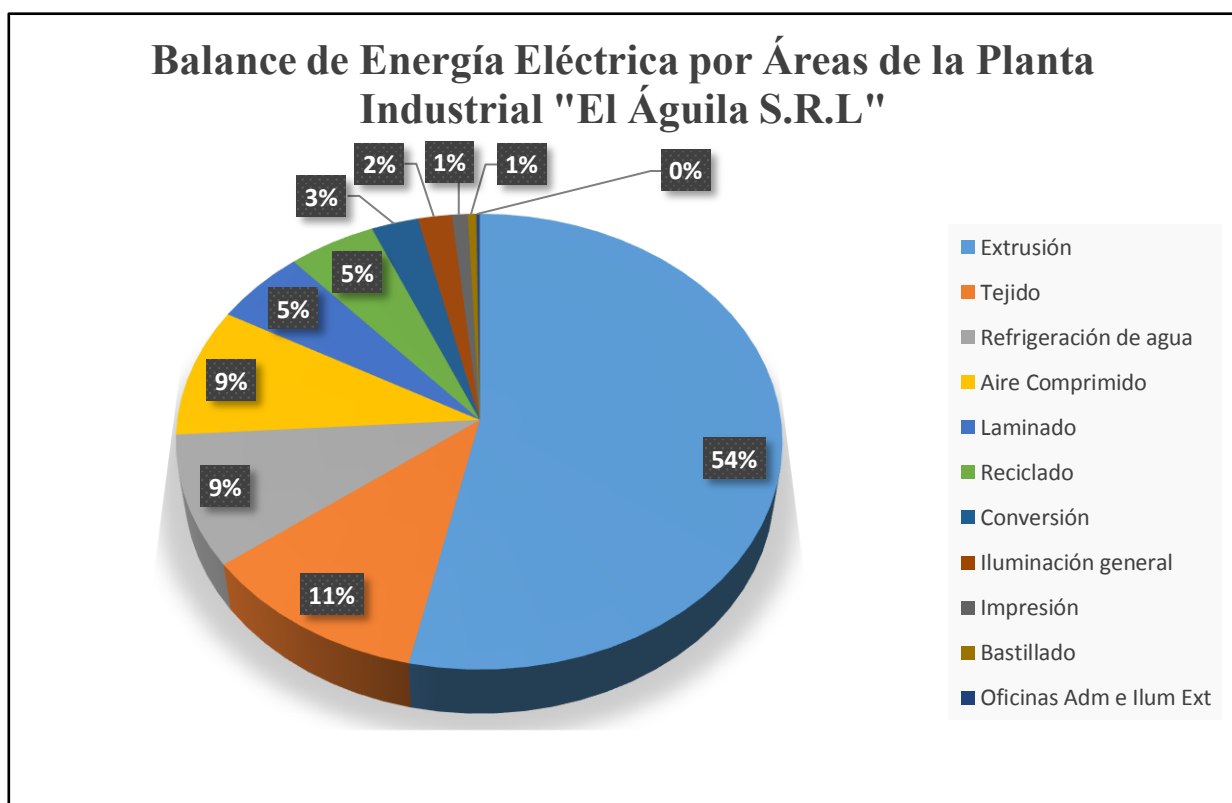


Figura N° 93. Balance energético de las Áreas de la planta industrial "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.2 Diagrama de Pareto de los consumos mensuales de energía eléctrica por área en la Planta Industrial “El Águila S.R.L”

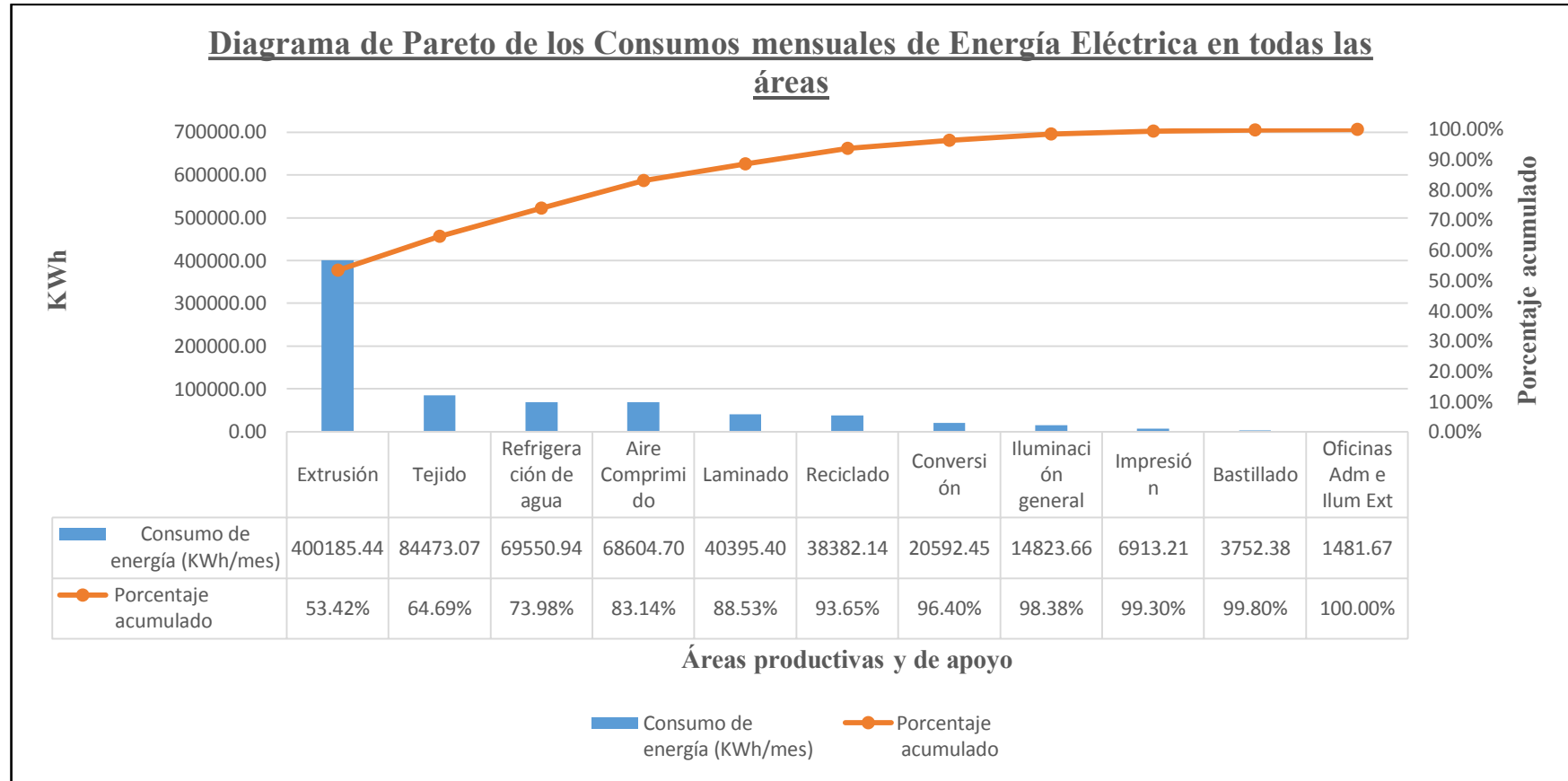


Figura N° 94. Diagrama de Pareto de los consumos mensuales de energía eléctrica en todas las áreas de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.3 Consumos de energía eléctrica del Área de Extrusión de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Tabla 56. Ranking del Área de Extrusión en la planta industrial “El Águila S.R.L”

Ranking del Área de Extrusión				
Nº	Máquina	Consumo de energía (KWh/mes)	Porcentaje individual %	Porcentaje acumulado %
1	Extrusora 1	139 020,39	34,74%	34,74%
2	Extrusora 4	120 808,03	30,19%	64,93%
3	Extrusora 3	70 002,56	17,49%	82,42%
4	Extrusora 2	67 188,62	16,79%	99,21%
5	Extrusora 5	3 165,85	0,79%	100,00%
Total		400 185,44	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

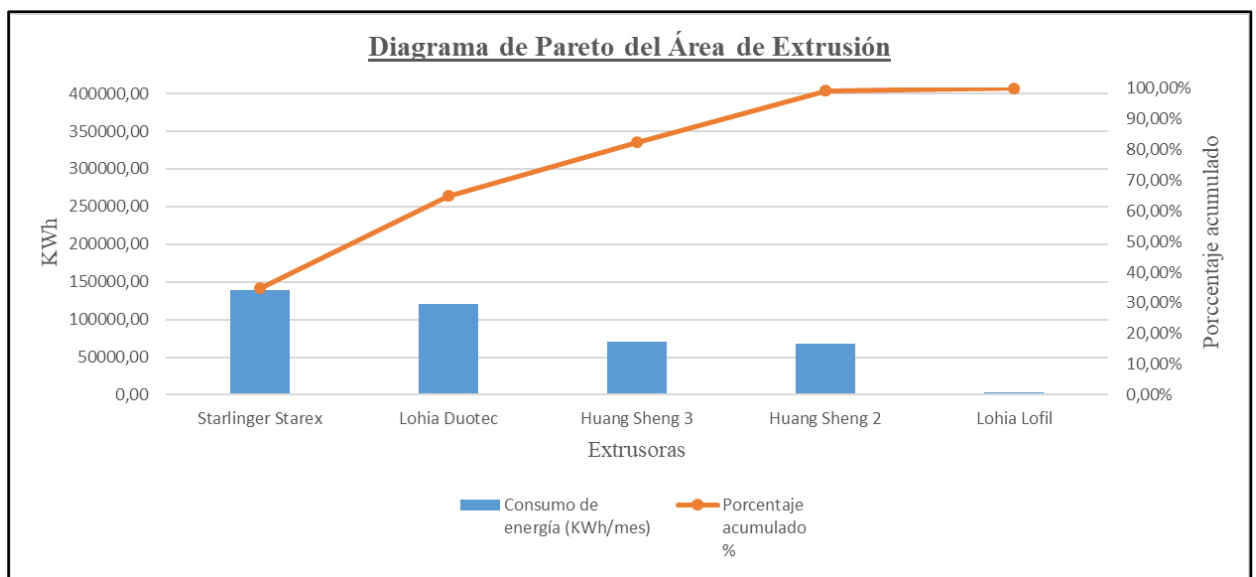


Figura N° 95. Diagrama de Pareto del Área de Extrusión

Fuente: Elaboración propia

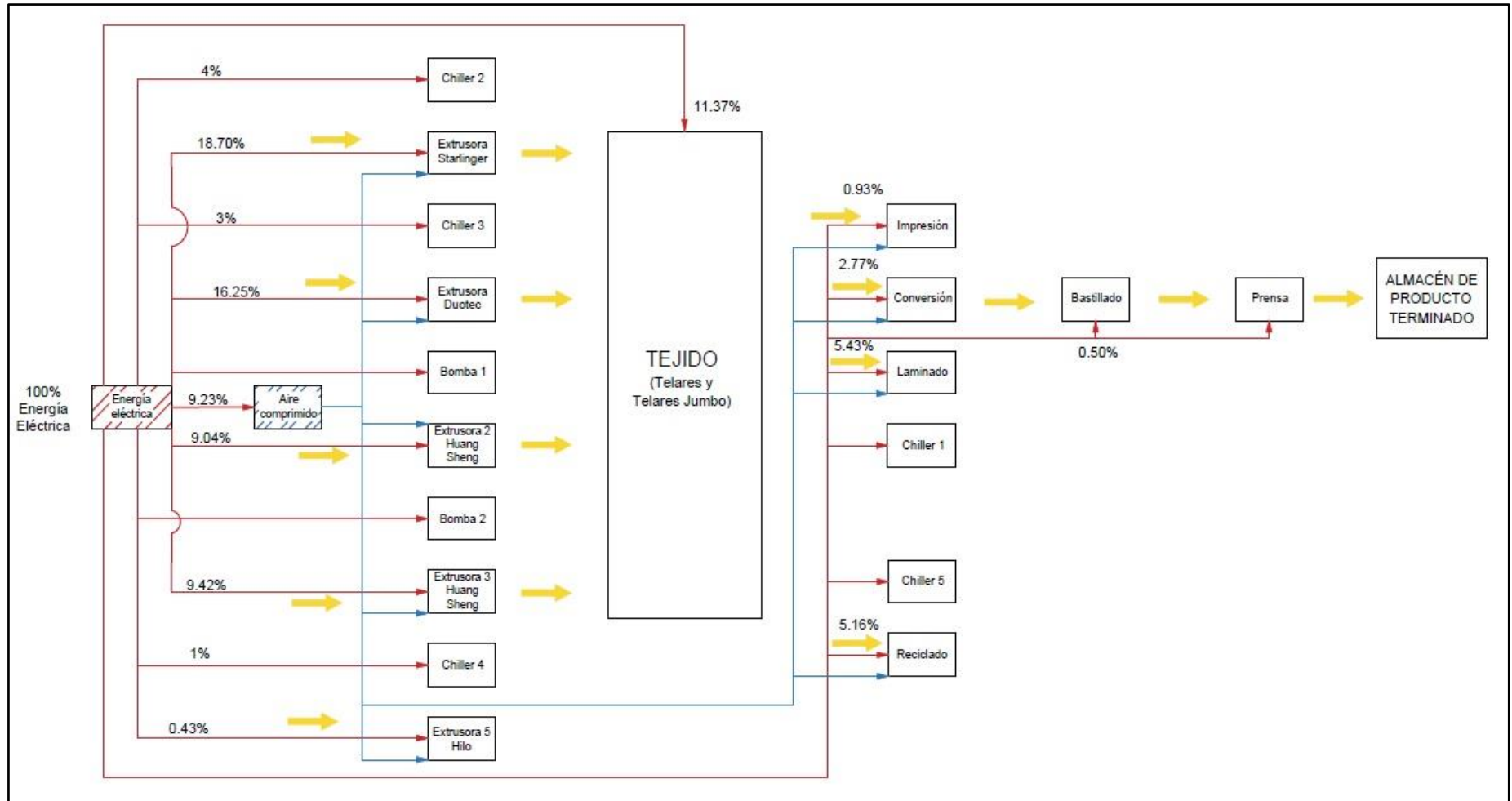


Figura N° 96. Diagrama energético productivo (Servicios auxiliares y Máquinas principales)

Fuente: Elaboración propia

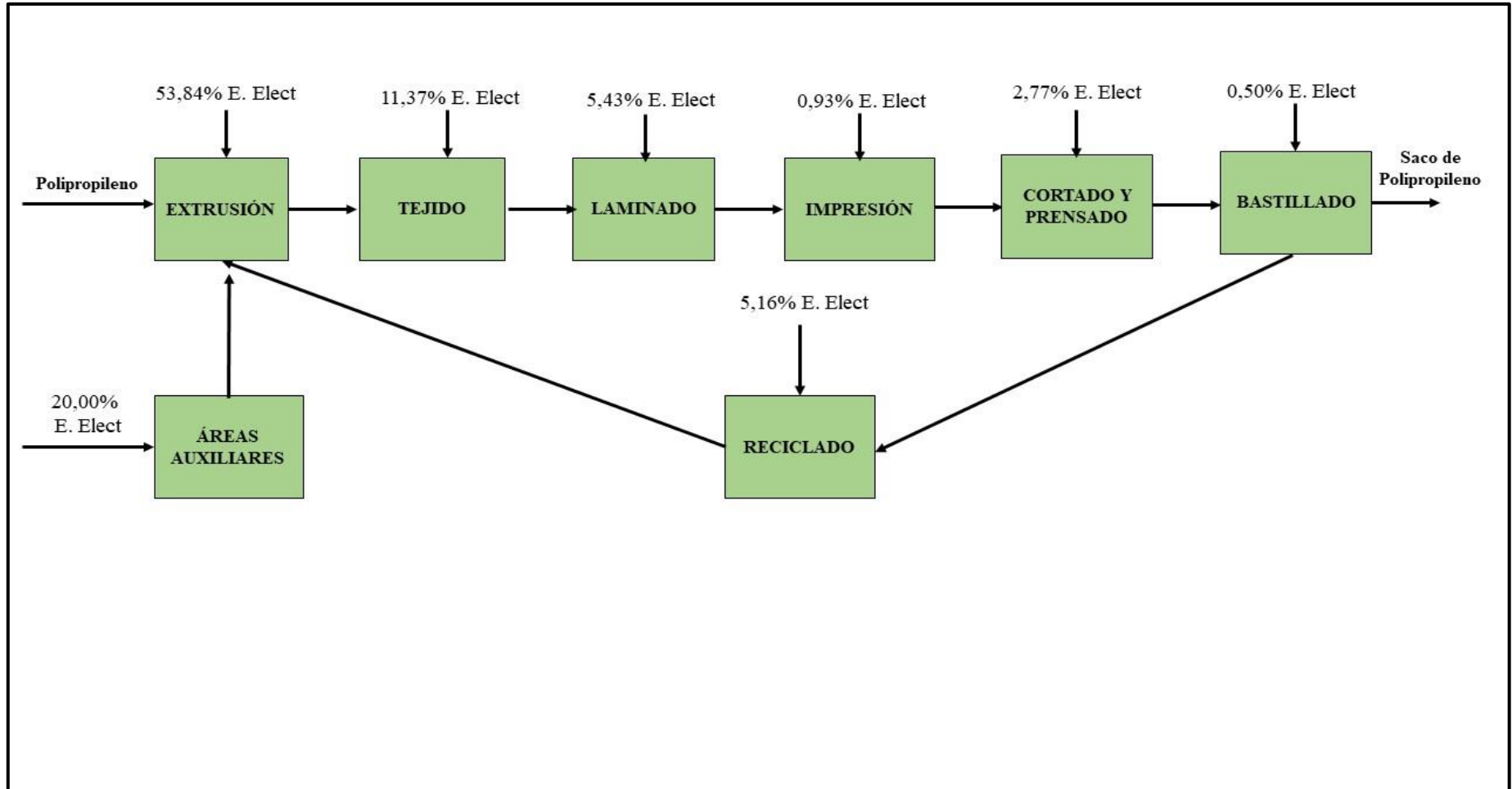


Figura N° 97. Diagrama energético productivo (Áreas productivas y Áreas auxiliares)

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.4 Matriz de los Usuarios significativos de la energía

De acuerdo con los resultados obtenidos del censo de cargas, los Usuarios significativos de la energía eléctrica de la planta industrial “El Águila S.R.L” son:

Tabla 57. Matriz de Usuarios significativos de la energía

USUARIO SIGNIFICATIVO DE LA ENERGÍA	CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (KWH)	% DE CONSUMO RESPECTO AL TOTAL DE PLANTA	INDICADOR	VARIABLES SIGNIFICATIVAS DEL PROCESO	OPORTUNIDAD DE MEJORA	PERSONAS QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DEL PROCESO
Extrusión	400 185,44	53,42%	KWh/kg	Producción de cinta Consumo de energía	Control operacional para reducir variabilidad del consumo. Optimización de la gestión del mantenimiento.	Operador de máquinas del proceso. Técnicos de mantenimiento
Tejido	84 473,07	11,28%	KWh/metro lineal	Metros lineales tejidos Consumo de energía	Control operacional para reducir variabilidad del consumo. Optimización de la gestión del mantenimiento.	Operador de máquinas del proceso. Técnicos de mantenimiento
Sistema de refrigeración de agua de proceso	69 550,94	9,28%	KWh	Toneladas de refrigeración Temperatura ambiente Consumo de energía	Aislamiento de líneas de enfriamiento	Usuarios de agua refrigerada. Técnicos de mantenimiento
Sistema de aire comprimido	68 604,70	9,16%	KWh	Metros cúbicos por minuto entregados por el compresor Diferencial de presión del separador Consumo de energía	Verificar y corregir puntos de fuga de aire.	Usuarios de aire comprimido. Técnicos de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

Estos cuatro usuarios significativos de la energía que se muestran en la tabla 57, representan el 36.36% de los procesos que ocasionan el 83,79% del consumo de energía eléctrica de la planta, tal como se demostró anteriormente en el diagrama de Pareto de la figura N° 94.

En cuanto al Área de Extrusión, de acuerdo al diagrama de Pareto mostrado anteriormente los Usuarios significativos de la energía eléctrica son:

1. Extrusora 1: Starlinger Starex.
2. Extrusora 4: Lohia Duotec.

Estas dos extrusoras representan el 20% de las máquinas de extrusión que consumen el 80% de energía eléctrica del área, tal como se demostró en el diagrama de Pareto de la figura 95.

4.2.2.3.7 Determinación de las personas significativas de la energía

Es necesario identificar a las personas de la planta industrial que podrían influir en el desempeño energético de la planta, por lo tanto, de acuerdo a los resultados anteriores las personas significativas de la energía son:

- Líderes y operarios de las áreas productivas de extrusión y tejido.
- Personal del área de mantenimiento (mecánicos y electricistas de planta).
- El gestor energético y su equipo de gestión de la energía.
- El jefe de mantenimiento, el planificador de la producción, el gerente de planta y la alta dirección.

4.3.1.4 Determinación de la Línea de base energética de planta

Para la determinación de la línea de base energética se realizó primero un diagrama de dispersión E vs P (Energía vs Producción) con los datos de consumo de energía y volumen de producción de planta teniendo como periodo de referencia el año 2018; para este caso los datos de consumo de energía eléctrica son las sumas mensuales de los recibos de consumo de ambos suministros y los datos de producción son el peso en kilogramos de los fardos

manufacturados más la cantidad de subproducto mensual de la planta. Ambos datos para un periodo de referencia de un año, específicamente el 2018.

Es importante señalar que es práctica común en las empresas de procesamiento de plásticos la determinación de su línea de base energética (que está conformada por: la razón de cambio medio del consumo de energía o también llamada carga de proceso y su consumo de energía no asociado a la producción o también llamado carga base) utilizando toda la información disponible del consumo de energía de la planta y los datos de producción, siendo esta producción registrada comúnmente en kilogramos [22].

Tabla 58. Datos utilizados en la elaboración de la línea de base energética.

Periodo de tiempo 2018	Peso de los fardos producidos (Kg)	Peso del Subproducto de planta (Kg)	Producción equivalente de planta (Kg)	Consumo de energía eléctrica (KWh)
Enero	497 571,59	19 667,67	517 239,26	731 471,57
Febrero	526 141,04	20 765,50	546 906,54	759 677,38
Marzo	566 963,57	22 334,18	589 297,75	793 305,35
Abril	491 991,89	27 308,80	519 300,69	759 572,86
Mayo	464 600,41	19 987,10	484 587,51	653 304,97
Junio	459 020,15	18 181,00	477 201,15	716 874,48
Julio	502 826,78	17 609,10	520 435,88	791 673,87
Agosto	511 519,02	17 642,60	529 161,62	801 092,98
Septiembre	406 285,54	15 635,60	421 921,14	670 299,52
Octubre	315 333,69	15 320,50	330 654,19	692 234,60
Noviembre	427 583,96	12 155,50	439 739,46	687 883,90
Diciembre	371 723, 68	12 908,00	384 631,68	545 552,79

Fuente: Elaboración propia.

Luego con la ayuda del software Matlab se trazó la recta de mejor ajuste entre los puntos del diagrama de dispersión obteniéndose la siguiente línea de base energética:

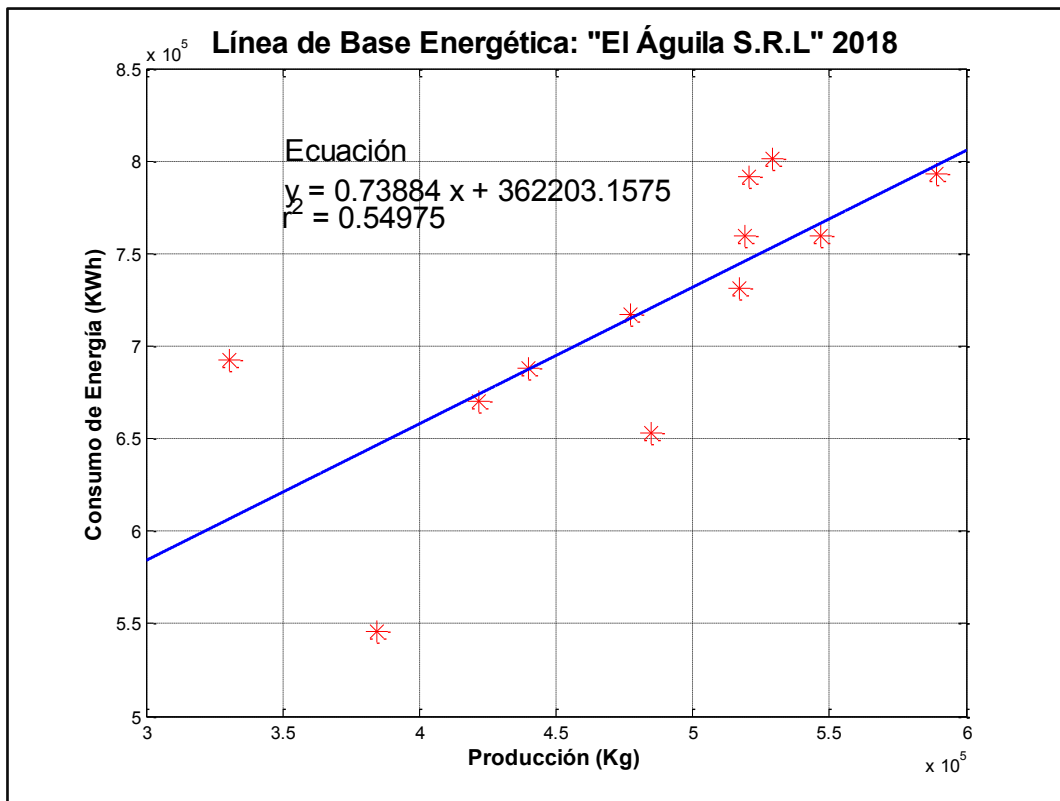


Figura N° 98. Línea de base energética para la planta industrial “El Águila S.R.L.”.

Fuente: Elaboración propia.

La línea de base energética obtenida es de la forma [23]:

$$E = m \times P + E_0 \left(\frac{KWh}{mes} \right) \dots (\alpha)$$

$$E = 0,7388 \times P + 362\,203 \left(\frac{KWh}{mes} \right) \dots (1)$$

$$R^2 = 0,55$$

Donde:

E= Consumo de energía eléctrica en el periodo seleccionado.

P= Producción asociada en el periodo seleccionado.

m= Pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía eléctrica respecto a la producción, también llamada “carga de proceso”.

E_0 = Intercepto de la línea con el eje “y”, y que significa la energía no asociada a la producción o también llamado consumo fijo de energía o “carga base”.

La energía no asociada a la producción, alude a aquella energía que interviene en el proceso pero que no se destina directamente a la transformación de materia prima, por lo tanto, no depende del nivel de producción realizada. La energía no asociada debe ser lo más pequeña posible, pero no puede ser igual o menor que cero y su magnitud depende del tipo de proceso y de la tecnología utilizada [24].

Su importancia radica en que permite la identificación de la energía que puede reducirse en el proceso sin necesidad de cambios tecnológicos, es decir es la energía que puede reducirse con una correcta gestión operacional del proceso en general.

La energía no asociada a la producción en la planta industrial “El Águila S.R.L” corresponde a:

- Iluminación de zonas de trabajo y oficinas.
- Climatización de oficinas, aire acondicionado.
- Trabajo en vacío de equipos eléctricos o térmicos; por ejemplo, debido a malas planificaciones de la producción sobre todo en el área de Extrusión se encendían las máquinas extrusoras para operar durante toda la noche o durante toda la mañana, pero no se las hacían trabajar debido a la falta de pedidos por parte de los clientes o a la falta de abastecimiento de materia prima.
- Energía perdida debido a las fugas de aire comprimido y a la falta de aislamiento en tuberías de agua de refrigeración.
- Pre calentamiento de equipos, especialmente en las máquinas extrusoras y en la máquina laminadora; en la primera el tiempo de pre calentamiento es de 2 horas y en la segunda el tiempo de pre calentamiento y puesta en funcionamiento es de ocho horas a más.

Este porcentaje de energía no asociada a la producción se determina como:

$$e_0 = \frac{E_0}{E} \times 100\% \dots (\beta)$$

Donde:

E= Valor del consumo promedio de energía eléctrica determinado como el valor de la línea central del gráfico de control del consumo de energía eléctrica para el año 2018.

E₀= Energía no asociada a la producción.

$$e_0 = \frac{362\,203,00}{716\,912,02} \times 100\%$$

$$e_0 = 51\%$$

Este resultado muestra que la planta industrial “El Águila S.R.L” no presenta un fuerte control del consumo de energía respecto a su producción, la energía no asociada a la producción es del 51% del consumo de energía promedio para el 2018, por lo tanto, existen altos potenciales de reducción del consumo por gestión energética a través de la implementación de un control operacional de sus procesos.

Como se puede observar en la figura 98, el coeficiente de correlación entre las variables (consumo de energía y producción) es de 0,55, este valor obtenido es considerado débil en el establecimiento de una línea de base energética; según Castrillón [14] el coeficiente de correlación válido debe ser $\geq 0,75$ y según Cisneros [21] este debe ser $\geq 0,80$, los motivos de que el coeficiente de correlación obtenido sea débil son los siguientes:

- La planta industrial se encuentra trabajando a una capacidad muy baja respecto a su capacidad nominal, tiene usuarios significativos de energía eléctrica en este caso el Área de Extrusión, trabajando en regímenes subcargados y además la planta tiene un consumo de energía fijo alto.
- La empresa tiene un sistema de monitoreo bajo o inexistente para las variables analizadas. En cuanto a este motivo la planta industrial no

cuenta con un sistema de medición de energía centralizado por procesos y recién en el mes de abril se implementó un software para registrar la producción de planta.

Debido a que el factor de correlación es bajo se recomienda realizar análisis más profundos a nivel de áreas o máquinas para identificar las causas. Como se mostrará más adelante se ha analizado el área de Extrusión a nivel de máquinas para establecer parámetros de producción e indicadores de desempeño energético referenciales que permitan mejorar la gestión energética de las mismas.

Mientras tanto se trabajará con la línea de base energética mostrada en la ecuación (1), con un factor de correlación bajo que se irá ajustando a medida que se implementen los planes de mejora del desempeño energético para la planta industrial.

La decisión de trabajar con la ecuación (1) como línea de base energética se fundamenta en que: para uno de los autores especializados en el tema (de todos los consultados), a saber, Prías [24] considera el factor de correlación de 0,55 como “fuerte” de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 59. Criterio de confiabilidad de los datos para la elaboración de la línea de base energética.

Valor R²	Relación E y P
0 – 0,04	Despreciable
0,04-0,16	Débil
0,16-0,49	Moderada
0,49-0,8	Fuerte
0,8-1	Muy fuerte

Fuente: Implementación de un sistema de gestión de la energía-Guía con base en la norma ISO 50001-Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Atlántico.

4.3.1.4.1 Estimación del potencial de ahorro por variabilidad operacional

Este tipo de ahorro se puede lograr analizando y estabilizando la operación, puesto que para una misma producción se observan diferentes consumos energéticos. Para lograr este tipo de ahorro lo que se necesita es estandarizar los valores de operación de las variables con los días de máxima eficiencia energética y tratar de estabilizar el proceso en estos puntos a través de buenas prácticas de operación o acciones de ahorro de energía.

Para calcular el potencial de ahorro por variabilidad operacional se necesita establecer una “línea de base energética meta”, la cual pasa por el centro de los puntos relacionados al menor consumo de energía eléctrica, correspondiente a las prácticas operacionales de mayor eficiencia energética [13].

La línea de base energética meta trazada tiene el mismo valor de la pendiente “m” de la línea base, esto quiere decir que en el momento no hay cambios tecnológicos sobre los equipos, áreas o procesos sobre los que se realiza el análisis [13]. Luego, para cuantificar el potencial de ahorro de energía eléctrica por variabilidad operacional, utilizamos la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} & \textit{Potencial de ahorro por variabilidad operacional} \\ & = E_{0(\textit{base})} - E_{0(\textit{meta})} \dots (\gamma) \end{aligned}$$

Donde:

$E_{0(\textit{base})}$ =Energía no asociada a la producción obtenida de la línea base energética.

$E_{0(\textit{meta})}$ =Energía no asociada a la producción obtenida de la línea de base energética meta.

A continuación, se muestra en una sola gráfica la línea de base energética y la línea de base energética meta para el periodo analizado:

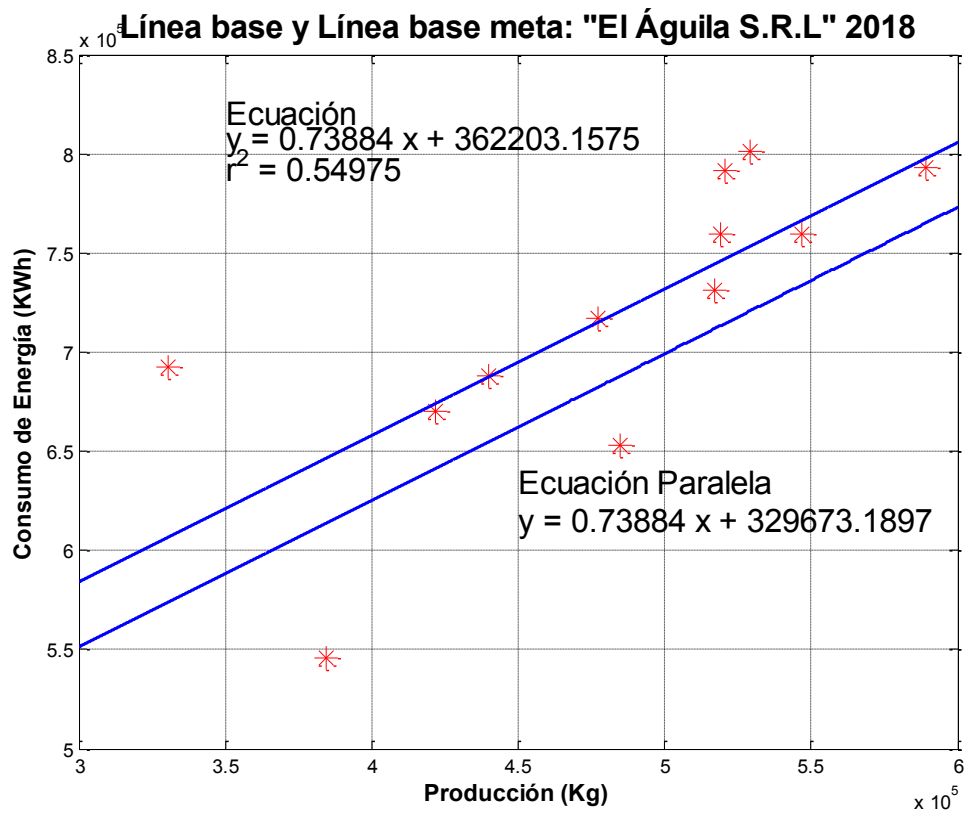


Figura N° 99. Línea de base energética meta para la planta industrial "El Águila S.R.L".

Fuente: Elaboración propia.

$$E_{meta} = m_{meta} \times P + E_{0,meta} \dots \left(\frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \right) \dots (\theta)$$

Donde:

E_{meta} = Consumo meta para un nivel de producción dado (KWh/mes).

m_{meta} = De igual valor a la pendiente de la línea de base energética.

E_{0meta} = Nueva intercepción para la línea de base energética meta.

P = Producción programada (Kg/mes).

Por lo tanto, la ecuación de la línea de base energética meta es:

$$E_{meta} = 0,73884 \times P + 329\,673 \dots (2)$$

Con estos datos podemos calcular el potencial de ahorro por variabilidad operacional mediante la ecuación (γ):

$$\begin{aligned} & \textit{Potencial de ahorro por variabilidad operacional} \\ & = E_{0(base)} - E_{0(meta)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \textit{Potencial de ahorro por variabilidad operacional} \\ & = 362\,203 - 329\,673 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \textit{Potencial de ahorro por variabilidad operacional} \\ & = 32\,530 \textit{ KWh/mes} \end{aligned}$$

Este valor representa un 4,34% del consumo total mensual de energía eléctrica de la planta industrial; este potencial de ahorro de energía eléctrica por variabilidad operacional representa un ahorro económico de 975,90 dólares/mes lo que equivale en soles a 3202,65 soles/mes lo que al año vendría a ser un ahorro total aproximado de 38 431,80 soles en un año.

Es importante mencionar que la energía eléctrica no asociada a la producción constituye un parámetro a controlar y verificar, para que el consumo de energía sea el mínimo posible. Los ahorros de este tipo son muy rentables, ya que no están directamente relacionados a la producción de la planta industrial [21], [22].

La línea de base energética se debe ajustar cuando se realicen grandes cambios en las actividades, procesos o sistemas energéticos de la planta, cuando los indicadores del desempeño energético ya no reflejan el uso y consumo de la energía o cuando la organización lo necesite del algún modo [21].

4.3.1.5 Determinación de los indicadores de desempeño energético de planta

El establecimiento de indicadores de desempeño energético es un trabajo que involucra al gestor energético y al personal clave en el uso de la energía eléctrica. Estos indicadores pueden ser determinados utilizando modelos matemáticos sencillos como, por ejemplo, un simple cociente o modelos matemáticos más complejos que abarquen instalaciones, sistemas o equipos, con el objetivo de darle al usuario una visión integral del desempeño energético.

Es importante señalar que, el desempeño energético de una organización rara vez puede ser representado mediante un solo valor o medida. Por el contrario, el desempeño energético de una organización esta constituido por un conjunto de valores que brindan información importante relacionada a la producción y al uso y consumo de la energía en una organización [5].

Las líneas de base energética y los indicadores de desempeño energético son usados para comparar el desempeño energético entre distintos periodos y cuantificar el cambio entre ellos.

La utilidad y efectividad de los indicadores a emplear se encuentra sujeta a un número de limitaciones en particular, estas limitaciones son: la disponibilidad y calidad de la información [5].

El indicador de desempeño energético analizado en la presente tesis es el indicador de consumo energético (IC), el cual se define como el cociente entre la energía utilizada en el proceso (KWh) y la producción equivalente de la planta industrial (kg) en el periodo en que se realizó la medición de energía, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$IC = \frac{\text{Consumo de energía}}{\text{Producción equivalente}} \dots (\emptyset)$$

Debido a que el indicador aquí propuesto ofrece información del requerimiento energético unitario para el proceso de producción del saco de polipropileno, es posible hacer comparaciones respecto a estándares nacionales o internacionales

en este tipo de industrias para los mismos productos o usos, en áreas o equipos. A este proceso de comparación se le conoce también como “benchmarking”. Además, estos indicadores pueden servir de base para el desarrollo de programas de optimización energética, buscando siempre la reducción de este indicador.

La forma como trabaja este indicador consiste en: calcularlo a partir de datos de producción y energía medidas para cada periodo productivo; después de esto se compara con un valor de referencia o base. Sin embargo, si el valor calculado se encuentra por debajo del control, significa una operación energéticamente eficiente, debido a que el proceso necesitó menos energía por kilogramo equivalente producido. Si por el contrario el valor calculado es superior al de referencia, el periodo de producción necesitó más energía por kilogramo equivalente producido, considerándose una producción energéticamente ineficiente.

Establecimiento del Indicador de consumo base o de referencia

El cálculo de este indicador de referencia tiene como insumo la línea de base energética obtenida anteriormente a nivel de planta industrial o del proceso en general.

La ecuación del indicador de consumo base se puede hallar de la siguiente manera:

$$\frac{E}{P} = \frac{m \times P}{P} + \frac{E_0}{P} \left(\frac{\text{kwh}}{\text{kg}} \right)$$

De donde se obtiene:

$$I_{c,\text{base}} = m_{\text{base}} + \frac{E_{0,\text{base}}}{P} \left(\frac{\text{kwh}}{\text{kg}} \right) \dots (\mu)$$

Con esta ecuación, se puede obtener el valor del indicador de consumo energético base para cada nivel de producción. Luego reemplazando los valores de m_{base} y $E_{0,\text{base}}$ obtenemos la ecuación del indicador de consumo energético base para la planta industrial “El Águila S.R.L”:

$$I_{c,base} = 0,73884 + \frac{362\,203,1575}{P} \left(\frac{\text{kwh}}{\text{kg}} \right) \dots (11)$$

En la ecuación anterior, se reemplazan los valores de producción de cada mes, obteniéndose así el indicador de consumo energético base para cada nivel de producción durante el año 2018. Además, es importante mencionar que cada periodo productivo posee un registro correspondiente de energía y producción medidas, con este registro se calcula el indicador de consumo medido, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$IC_{medido} = \frac{E_{medido}}{P_{medida}} \dots (\omega)$$

“Este indicador de consumo medido se compara respecto al indicador de consumo energético base en función de la producción asociada al periodo productivo” [5].

En la tabla que se muestra a continuación, se presentan los indicadores de consumo energético base (o de referencia) y los indicadores de consumo medido calculados en base a los datos recopilados para la planta industrial “El Águila S.R.L” durante el periodo de referencia: enero – diciembre del 2018.

Tabla 60. Cálculo de los indicadores de consumo energético base y medido

AÑO 2018	Producción equivalente	Energía Consumida (kwh)	Energía Base (kwh)	IC Base (kwh/kg)	IC Medido (kwh/kg)
Enero	517 239,26	731 471,57	744 339,37	1,44	1,41
Febrero	546 906,54	759 677,38	766 257,55	1,40	1,39
Marzo	589 297,75	793 305,35	797 576,18	1,35	1,35
Abril	519 300,69	759 572,86	745 862,35	1,44	1,46
Mayo	484 587,51	653 304,97	720 216,25	1,49	1,35
Junio	477 201,15	716 874,48	714 759,21	1,50	1,50

Julio	520 435,88	791 673,87	746 701,03	1,43	1,52
Agosto	529 161,62	801 092,98	753 147,03	1,42	1,51
Septiembre	421 921,14	670 299,52	673 918,34	1,60	1,59
Octubre	330 654,19	692 234,60	606 490,32	1,83	2,09
Noviembre	439 739,46	687 883,90	687 082,51	1,56	1,56
Diciembre	384 631,68	545 552,79	646 368,89	1,68	1,42

Fuente: Elaboración propia.

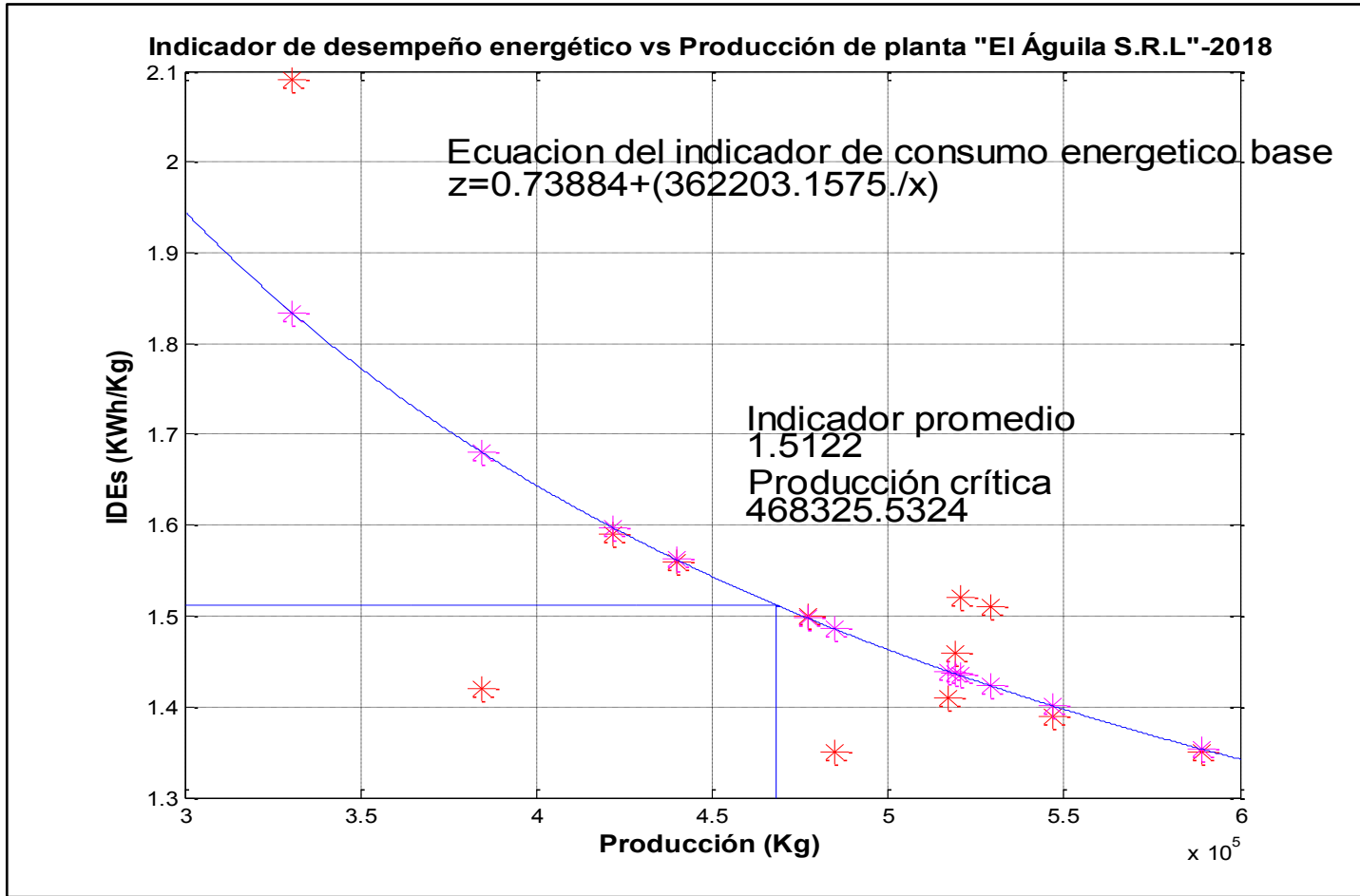


Figura N° 100. Indicadores de consumo energético para la planta industrial "El Águila S.R.L"

Fuente: Elaboración propia

En la curva de la Figura N° 100, se muestra que el indicador de consumo energético depende del nivel de producción realizado. En la medida en que la producción disminuya es posible que disminuya también el consumo de energía, como se apreció anteriormente en la obtención de la línea de base energética de la planta, pero el consumo de energía eléctrica por kilogramo equivalente producido aumenta. Esto se debe a que se incrementa el peso relativo de la energía eléctrica no asociada a la producción respecto a la energía eléctrica productiva. Por el contrario, el incremento de la producción disminuye el consumo de energía eléctrica por kilogramo equivalente producido, pero hasta un valor límite igual a la pendiente de la ecuación 11 [25].

Se puede observar, además, que existe un punto donde comienza a elevarse significativamente el indicador de consumo energético base para bajas producciones, a este punto se le denomina punto crítico. Producciones por encima del punto crítico no modifican significativamente el valor del indicador de consumo energético, sin embargo, por debajo del punto crítico se incrementa cada vez más [23], [25].

Desde esta perspectiva se deduce que planear la producción total de planta por debajo del punto crítico significaría una reducción abrupta de la eficiencia energética del proceso, en este sentido, los ahorros por gestión de la producción se obtienen por una planeación por encima de la producción crítica, tal como se aprecia en la Figura N° 100.

Por lo tanto, el gestor energético de la organización junto con el gerente de planta debe analizar esta gráfica y planificar la producción en rangos en los que no afecten la dinámica de producción de la compañía, ni la eficiencia energética de los procesos [5].

4.3.1.6 Determinación de las Líneas de base energéticas del área de Extrusión de la planta industrial “El Águila S.R.L”

En vista de que se obtuvo un factor de correlación bajo, en la primera tentativa de obtener una línea de base energética a nivel de planta, se muestra a continuación las líneas de base energéticas de las máquinas que conforman el área de extrusión (exceptuando la extrusora 5: Multifilamento, debido a que esta sólo trabaja de 2 a 3 días por semana y representa tan sólo el 1% del consumo de energía del área de extrusión), la cual es como ya se sabe el área productiva de mayor consumo de energía eléctrica de la planta industrial.

Basándose en datos de consumo de energía y producción diarios durante un periodo base de siete días, se obtuvieron las siguientes líneas de base energéticas:

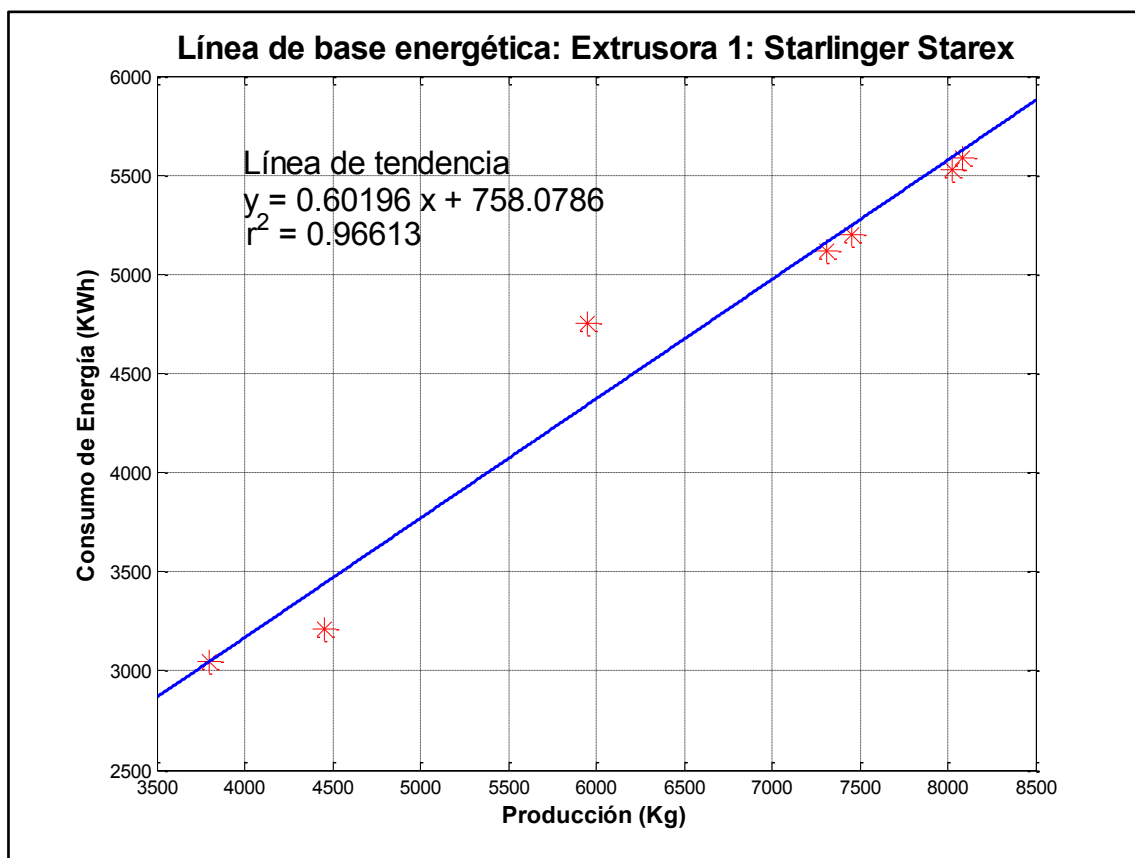


Figura N° 101. Línea de base energética para la extrusora 1: Stalinger Starex

Fuente: Elaboración propia.

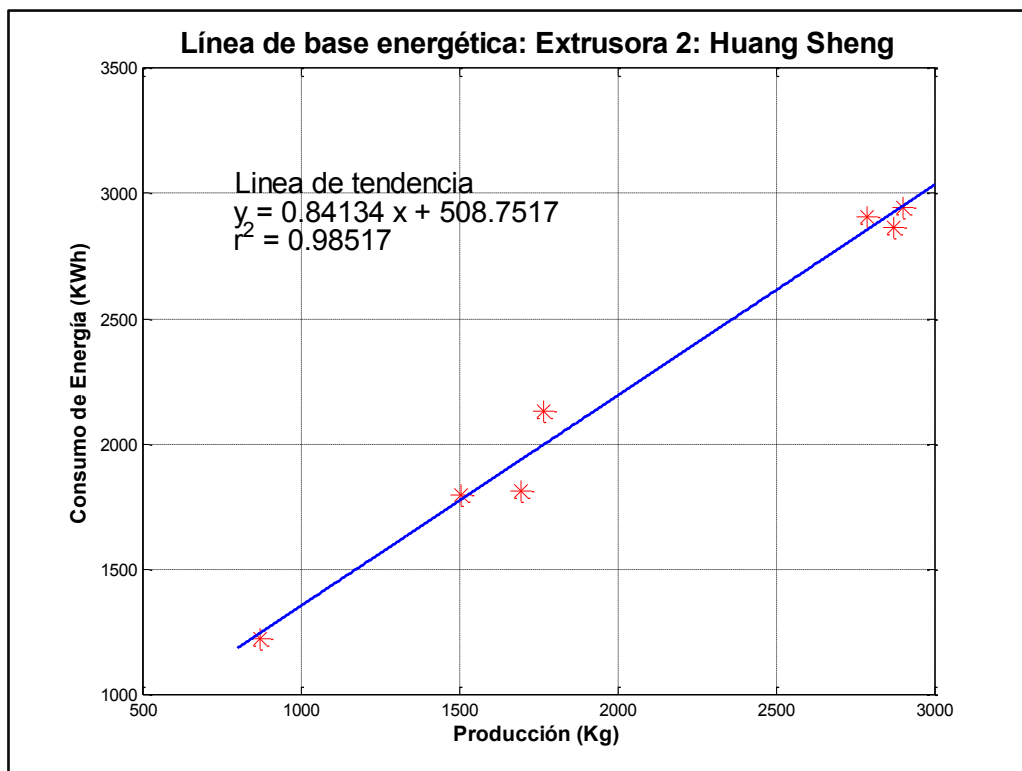


Figura N° 102. Línea de base energética para la extrusora 2: Huang Sheng
Fuente: Elaboración propia

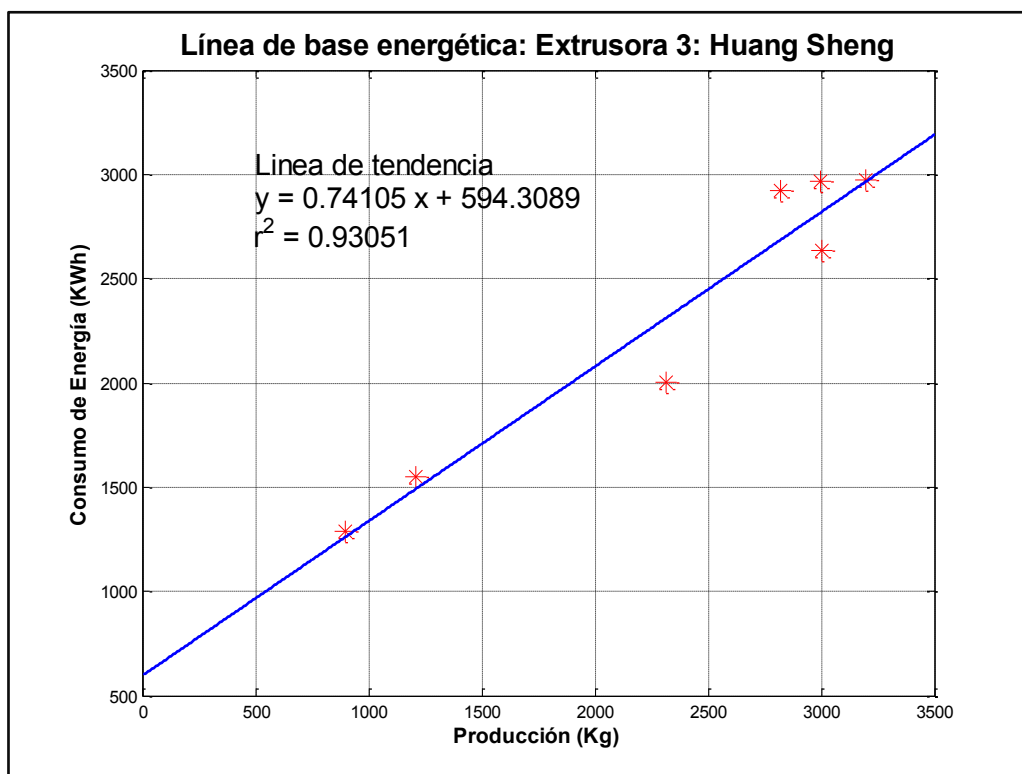


Figura N° 103. Línea de base energética para la extrusora 3: Huang Sheng
Fuente: Elaboración propia

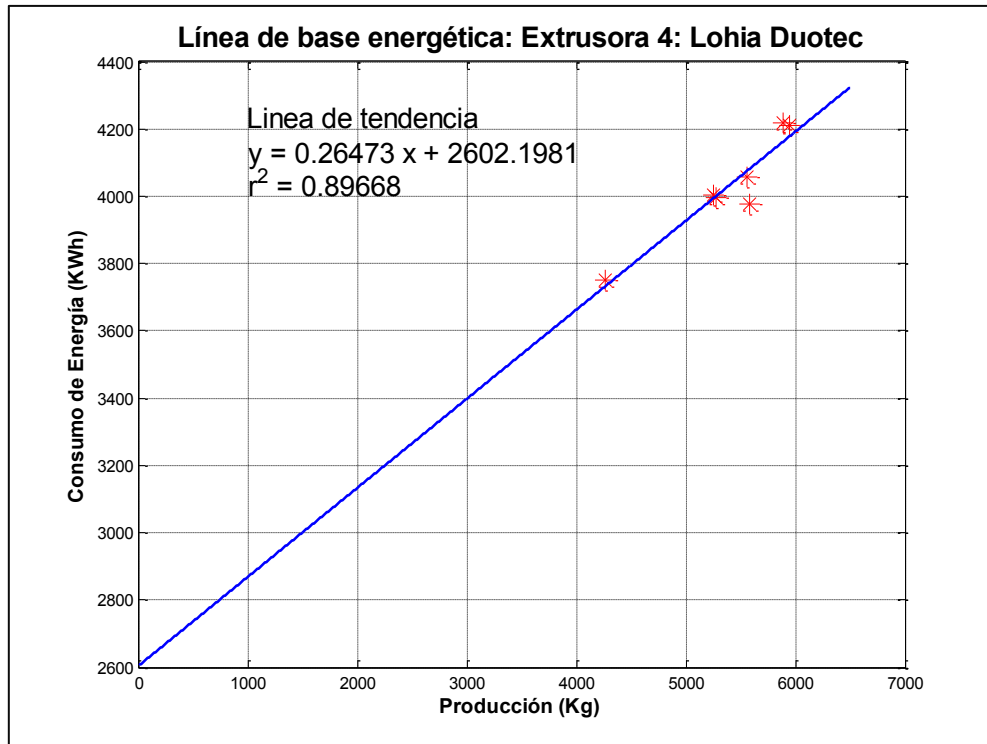


Figura N° 104. Línea de base energética para la extrusora 4: Lohia Duotec
 Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de las líneas de base energética de las máquinas extrusoras se utilizó la misma estructura de la ecuación definida para la línea de base energética de planta:

$$E = m \times P + E_0 \left(\frac{KWh}{mes} \right) \dots (\alpha)$$

Línea de base energética: Extrusora 1:

$$E = 0,60196 \times P + 758,0786 \dots (3)$$

Línea de base energética: Extrusora 2:

$$E = 0,84134 \times P + 508,7517 \dots (4)$$

Línea de base energética: Extrusora 3:

$$E = 0,74105 \times P + 594,3089 \dots (5)$$

Línea de base energética: Extrusora 4:

$$E = 0,26476 \times P + 2602,1981 \dots (6)$$

Donde al igual que en los casos anteriores:

E= Consumo de energía eléctrica en el periodo seleccionado.

P= Producción asociada en el periodo seleccionado.

m= Pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía eléctrica asociada a la producción.

E₀= Intercepto de la línea con el eje “y”, y que significa la energía no asociada a la producción o también llamado “carga base” o “consumo fijo de energía”.

Con estas ecuaciones, podemos estimar el consumo de energía eléctrica de cada una de las máquinas que conforman el área de extrusión de acuerdo a los datos de producción diarios de cada máquina extrusora y así estimar el consumo de energía eléctrica del área para posteriores análisis del consumo de energía eléctrica de las máquinas que conforman el área.

4.3.1.7 Determinación de los indicadores de desempeño energético del área de extrusión de la planta industrial “El Águila S.R.L”

A continuación se muestran los gráficos IDE vs Producción de las máquinas que conforman el área de extrusión, en ellos se detallan cuatro tipo de indicadores máximo, promedio, mínimo y meta. El indicador máximo corresponde a una nivel de producción muy deficiente en términos energéticos, el indicador promedio corresponde a una producción crítica a partir de la cual si se aumenta la producción esta se vuelve energéticamente eficiente, el indicador mínimo indica un primer potencial de mejora del desempeño energético alcanzable de acuerdo a como se ha venido trabajando durante el tiempo de toma de datos, por este motivo en la presente tesis a la producción asociada a este indicador se le ha llamado producción eficiente y finalmente el indicador meta es el indicador al que según datos de gerencia de planta la máquina extrusora (dependiendo de su tecnología) alcanza su mayor nivel de producción.

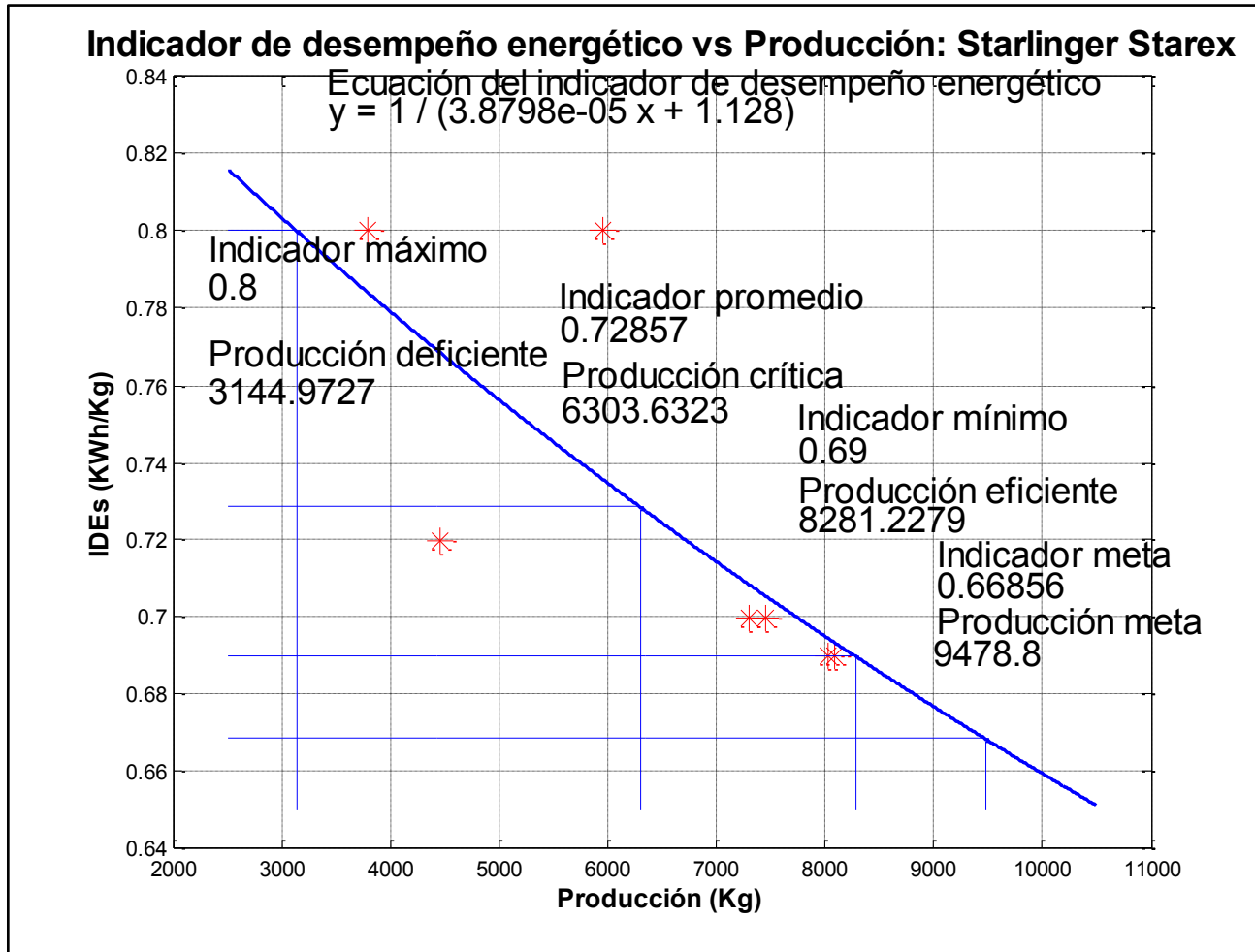


Figura N° 105. Gráfica IDE vs producción: Extrusora 1 Starlinger Starex

Fuente: Elaboración propia

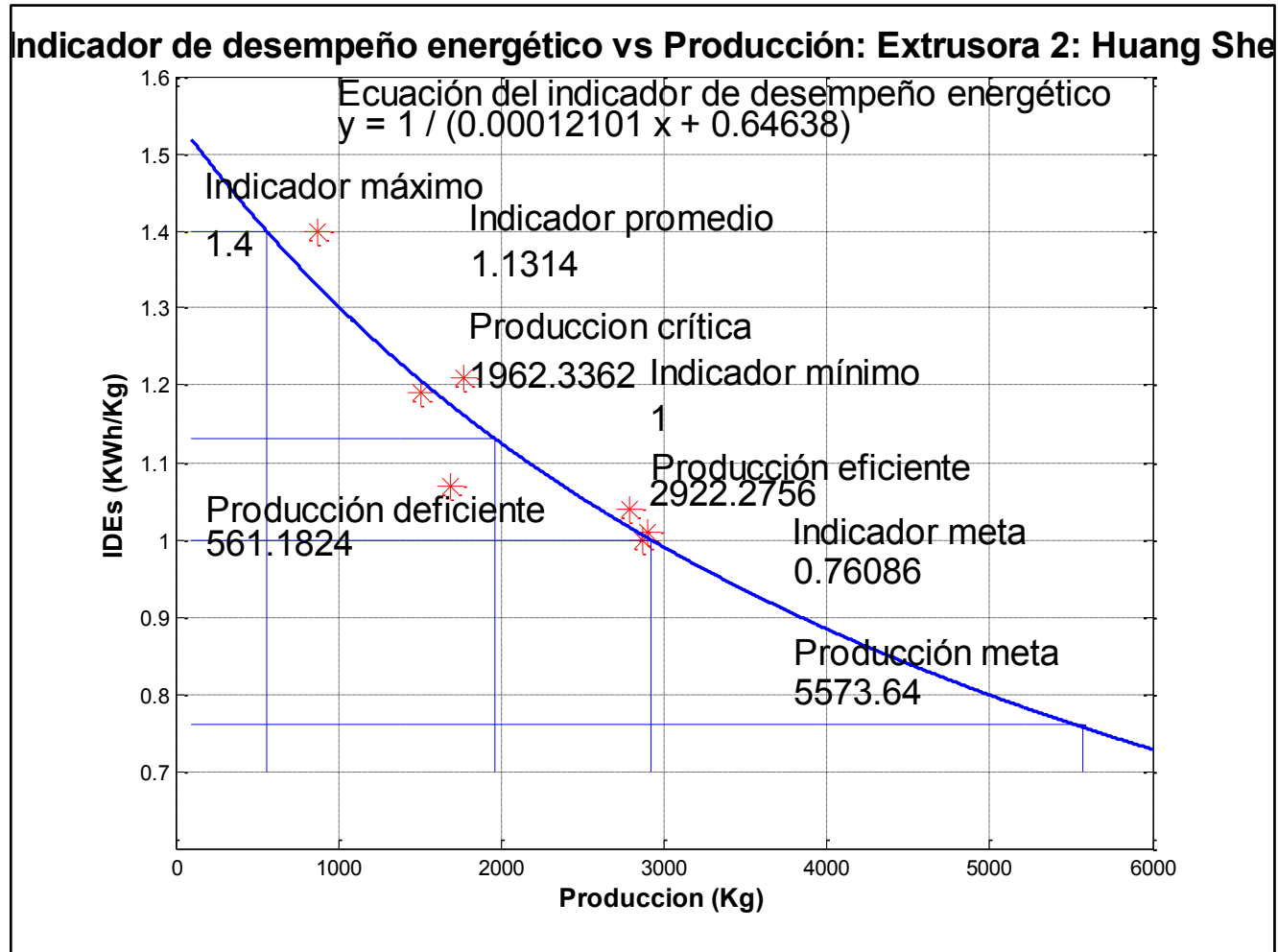


Figura N° 106. Gráfica IDE vs producción: Extrusora 2 Huang Sheng

Fuente: Elaboración propia

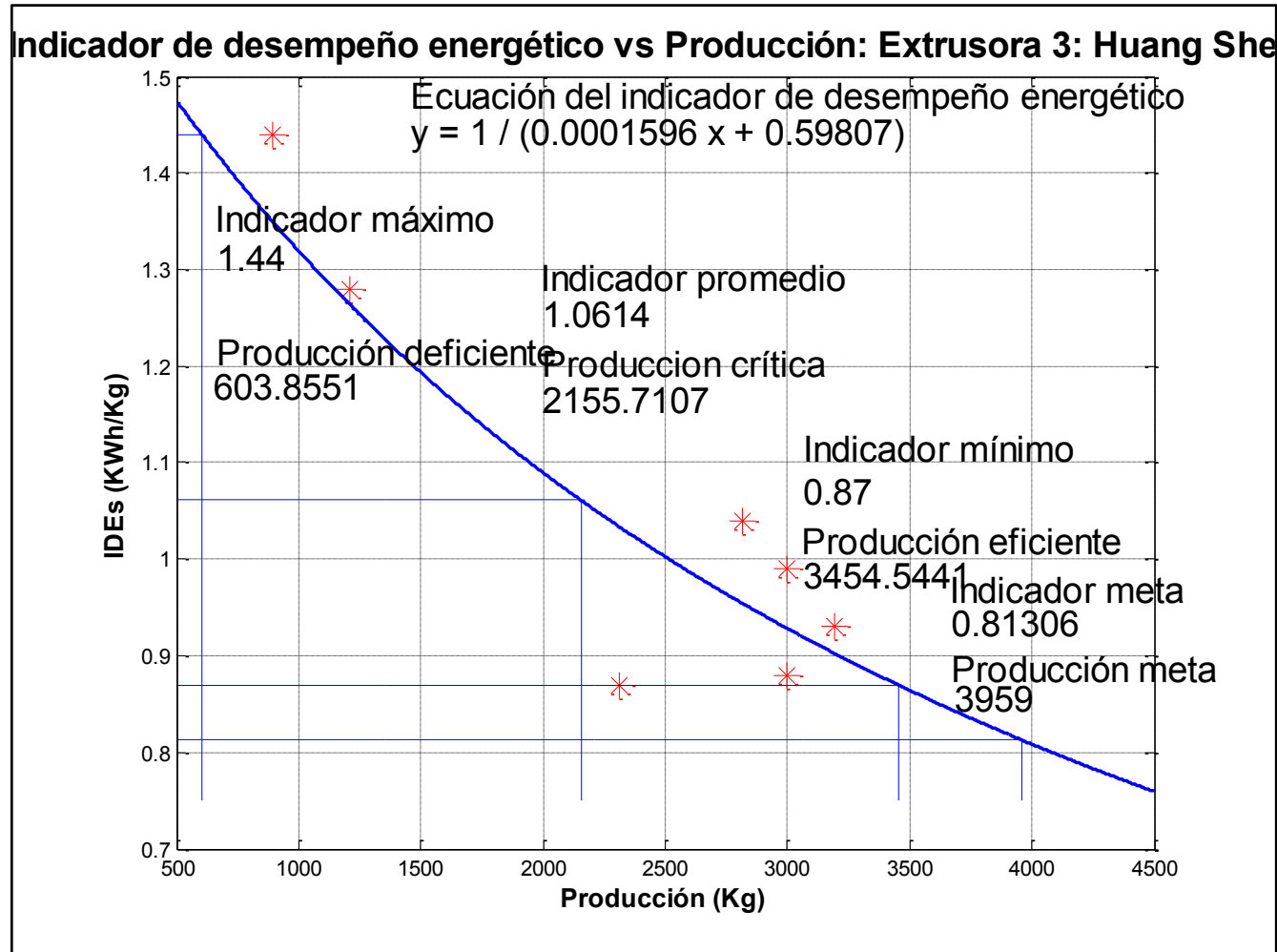


Figura N° 107. Gráfica IDE vs producción: Extrusora 3 Huang Sheng

Fuente: Elaboración propia.

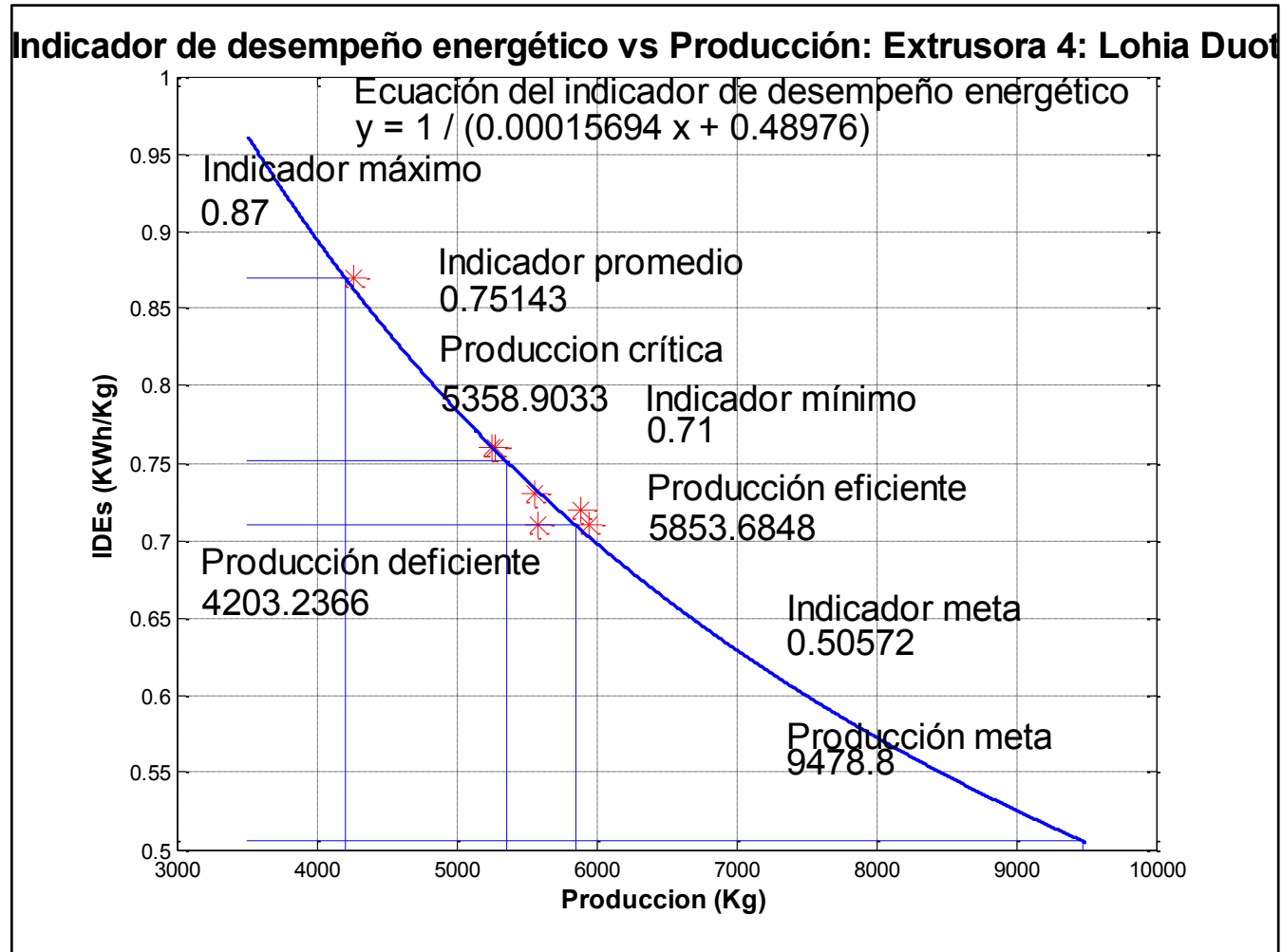


Figura N° 108. Gráfica IDE vs producción: Extrusora 4 Lohia Duotec

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.7 Resumen de las ecuaciones del indicador de desempeño energético, indicadores de referencia y producciones críticas de las máquinas extrusoras

A continuación, se muestran las ecuaciones del indicador de desempeño energético junto con sus indicadores de referencia y los valores de producción crítica de cada una de las máquinas extrusoras principales del área de extrusión. Todos estos valores nos servirán de referencia para hacer futuras evaluaciones del desempeño energético de estas máquinas y de esta manera estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores.

Tabla 61. Cuadro resumen de las ecuaciones del indicador de consumo energético, producciones críticas e indicadores de referencia

Máquina	Ecuación del indicador de consumo energético	Indicador máximo (kwh/kg)	Indicador promedio (kwh/kg)	Indicador mínimo (kwh/kg)	Indicador meta (kwh/kg)	Producción Crítica (kg)
Extrusora1: Starex	$Y = 1/(3,8798 \cdot 10^{-5} X + 1,128) \dots (7)$	0,80	0,73	0,69	0,67	6 303,62
Extrusora2: Huang Sheng	$Y = 1/(0,00012101 \cdot X + 0,64638) \dots (8)$	1,40	1,13	1,00	0,76	1 962,34
Extrusora3: Huang Sheng	$Y = 1/(0,0001596 \cdot X + 0,59807) \dots (9)$	1,44	1,06	0,87	0,81	2 155,71
Extrusora4: Huang Sheng	$Y = 1/(0,00015694 \cdot X + 0,48976) \dots (10)$	0,87	0,75	0,71	0,51	5 358,90

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.8 Identificación de oportunidades de ahorro de energía eléctrica

Las oportunidades de ahorro de energía eléctrica cuantificadas para la planta industrial “El Águila S.R.L” fueron agrupadas de acuerdo a los siguientes criterios:

A. De medidas de baja o nula inversión. - Se pueden ejecutar dentro del presupuesto asignado al área de mantenimiento de la empresa.

El potencial de ahorro que se puede alcanzar mediante la reducción de la variabilidad operacional (4,34%) obtenido según la línea base energética y la línea de base energética meta establecidas en el apartado 4.3.1.4.1, están constituidas por las medidas de mejora en la planificación y organización de la producción a través del control operacional y las mejoras en la gestión del mantenimiento, alcanzando un valor máximo de 4,86%, a esto se puede añadir las mejoras por la gestión de los contratos de energía eléctrica.

B. De medidas de mediana inversión. - Se requiere de un presupuesto adicional al asignado al área de mantenimiento pero que está dentro de las posibilidades de la empresa y no necesita financiamiento. Tales medidas de mediana inversión son las que se mencionan a continuación:

- Mejoras mediante la eliminación de fugas de aire comprimido.
- Mejoras por aislamiento de tuberías de agua de enfriamiento.
- Mejoras por cambio tecnológico en el área de iluminación general de planta.

En cuanto al criterio de gestión de los contratos de energía eléctrica se muestra un cuadro donde se cuantifican los ahorros ya obtenidos mediante las medidas de ahorro implementadas entre los meses de mayo del 2018 a marzo del 2019; no obstante, estos ahorros no han sido contabilizados para la suma final de los potenciales de ahorro de la energía eléctrica para la planta industrial “El Águila S.R.L”.

Además, en las oportunidades de ahorro donde fue posible, se cuantificaron los potenciales de reducción de emisiones de CO₂ en KgCO₂/mes, quedando así demostrado el beneficio ambiental que se puede obtener con la implementación de un SGEN.

A continuación, se presenta un resumen de las oportunidades de ahorro de energía eléctrica:

A. De medidas de baja o nula inversión (Se pueden ejecutar dentro del presupuesto asignado al área de mantenimiento de la empresa)

Tabla 62. Medidas de ahorro por mejoras en la planeación y organización de la producción – control operacional

Medidas de ahorro por mejoras en la planeación y organización de la producción – control operacional								
Ítem	Área	Equipos	Medida de ahorro	Ahorro potencial				Potencial de reducción de emisiones de CO2
				Planta (%)	KWh/mes	\$/mes	S/ mes	KgCO₂/mes
1	Extrusión Tejido	Extrusoras N°1 y N°4 Telares	No usar materia prima de baja calidad o que no sea la recomendada por el fabricante de la máquina.	1,84%	13 800,00	414,00	1366,20	5 313,00
2	Extrusión Tejido	Extrusora N°1 y N°4 Telares	Evitar practicas operacionales no consideradas dentro de la planificación de la producción.	2,70%	22 559,20	676,78	2233,36	8 685,29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Medidas de ahorro por mejoras en la gestión del mantenimiento

Medidas de ahorro por mejoras en la gestión del mantenimiento correctivo								
Ítem	Área	Equipos	Medida de ahorro	Ahorro potencial				Potencial de reducción de emisiones de CO ₂
				Planta(%)	KWh/mes	\$/mes	S/ mes	KgCO ₂ /mes
1	Extrusoras Telares	Extrusoras N°1 y N°4 Telares	Evitar las fallas de los elementos de control de la máquina tales como electroválvulos y alarmas y no ejecutar trabajos provisionales sin un correcto diagnóstico del fallo, ya que se podrían afectar otros elementos importantes de la máquina.	0,32	2 392,50	71,775	236,8575	921,11

Fuente: Elaboración propia

- B. De medidas de mediana inversión (Se requiere de un presupuesto adicional al asignado al área de mantenimiento pero que está dentro de las posibilidades de la empresa y no necesita financiamiento).**

Tabla 64. Medidas de ahorro por cambio tecnológico en el área de iluminación general de planta

Medidas de ahorro por cambio tecnológico en el área de iluminación general de planta								
Ítem	Área	Equipos	Medidas de ahorro	Ahorro potencial				Potencial de reducción de emisiones de CO₂
				Planta (%)	KWh/mes	\$/mes	S/. / mes	KgCO₂/mes
1	Iluminación planta	Todas las luminarias de las zonas de trabajo de la planta.	Reemplazar las luminarias de la planta (especialmente las que se encuentran en las zonas de trabajo) por luminarias LED.	1,49	11 168,62	335,06	1 105,69	4 299,92

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. Medidas de ahorro por eliminación de fugas de aire comprimido

Medidas de ahorro por eliminación de fugas de aire comprimido								
Ítem	Área	Equipos	Medidas de ahorro	Ahorro potencial				Potencial de reducción de emisiones de CO ₂
				Planta (%)	KWh/mes	\$/mes	S/. / mes	KgCO ₂ /mes
1	Áire comprimido	Pistolas de aire comprimido y uniones principalmente de las áreas de extrusión, telares e impresión.	Eliminar las fugas de aire principalmente de las pistolas de aire utilizadas en el área de extrusión.	2,59	19 382,64	610,55	2014,81	7 462,32

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. Medidas de ahorro por aislamiento de tuberías, agua de enfriamiento

Medidas de ahorro por aislamiento de tuberías, agua de enfriamiento								
Ítem	Área	Equipos	Medida de ahorro	Ahorro potencial				Potencial de reducción de emisiones de CO ₂
				Planta(%)	KWh/mes	\$/mes	S/ /mes	KgCO ₂ /mes
1	Chillers, extrusoras 1 y 4	Tuberías de salida, agua de enfriamiento	Aislar tuberías de salida de agua de enfriamiento en los chillers de las extrusoras 1 y 4.	3,00	22 474,65	674,24	2 224,99	8 652,74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67. Cuadro resumen de potenciales de ahorro para la planta industrial “El Águila S.R.L”

Lista de ahorros potenciales	Planta (%)	KWh/mes	\$/mes	S/. /mes	KgCO2/mes
Potencial de ahorro por reducción de la variabilidad operacional: <ul style="list-style-type: none"> - Mejoras en la planeación y organización de la producción (4,54%). - Mejoras en la gestión del mantenimiento correctivo (0,32%). 	4,86	36 419,69	1 092,59	3 605,55	14 021,58
Potencial de ahorro resultante del diagnóstico energético: <ul style="list-style-type: none"> - Cambio tecnológico, luminarias (1,49%). - Aislamiento de tuberías, agua de enfriamiento (3,00%). - Eliminación de fugas de aire comprimido (2,59%). 	7,08	53 025,91	1 590,78	5 249,57	20 414,98
Potencial de ahorro total para la planta industrial “El Águila S.R.L”	11,94%	89 445,60	2 683,37	8 855,11	34 436,55

Fuente: Elaboración propia.

El potencial de ahorro total en energía eléctrica que se puede alcanzar para la planta industrial “El Águila S.R.L” es de 89 445,60 KWh/mes lo que representa un 11,94% del consumo promedio mensual de energía eléctrica de la planta (749 155,06 KWh/mes), esto significa un ahorro económico de 2 683,37 dólares/mes, equivalente a 8 855,11 soles/mes, lo que suma al año 106 261,32 soles. Este potencial de ahorro en energía eléctrica trae consigo un potencial de reducción de emisiones de CO₂ equivalente a 34,44 toneladas de CO₂ al mes que podrían dejarse de emitir a la atmósfera en beneficio del medio ambiente.

Tabla 68. Ahorros obtenidos por mejoras en la gestión de los contratos de energía eléctrica

Oportunidades de ahorro por gestión de los contratos de energía eléctrica (Cliente libre y menores precios de la energía)					
Ítem	Área	Equipos	Medida de ahorro	Ahorros obtenidos en S/	Total
1	Planta	Todos los equipos de planta	Gestión de un nuevo contrato de energía como cliente libre a menores precios (suministro 38168117 – alimentador C-212) y cambio de nivel de tensión de 10KV a 22.9 KV (Mayo-Septiembre 2018).	7 183,84	S/ 31 954
2	Planta	Todos los equipos de planta	Realización de un transvase y reacomodo de cargas eléctricas en ambos alimentadores para aprovechar así, el menor precio de la energía obtenido mediante contrato en el suministro 38168117 (Noviembre-18 a Marzo-19).	21 170,16	
3	Planta	Todos los equipos de planta	Eliminación de los excesos de potencia mediante el transvase de cargas en el cual se intercambiaron también las potencias contratadas en cada uno de los alimentadores dejándose de pagar el importe “Exceso de potencia-generator” del recibo de energía del suministro 25969723 (Octubre-18 a Marzo-19).	3 600	

Fuente: Elaboración propia.

Lista de oportunidades de ahorro potenciales priorizadas para la empresa “El Águila S.R.L”

Tabla 69. Oportunidades de ahorro priorizadas para la empresa “El Águila S.R.L”

ÍTEM	ÁREA	SISTEMA/EQUIPO	MEDIDA DE AHORRO	METAS	APLICACIÓN FASE I	REQUIERE INVERSIÓN	OBSERVACIONES	RESPONSABLE	
1	Extrusión Tejido	Extrusoras 1 y 4 Telares	Mejoras en la planeación y organización de producción. Mayor control operacional	Controlar que la materia prima que proceso la extrusora sea de buena calidad	Si	No	-	Planificador de la producción Operador Técnico de mantenimietno	
				Evitar pre calentamientos innecesarios que no estén planificados	Si	No	-	Planificador de la producción Operador Técnico de mantenimietno	
2	Extrusión Tejido	Extrusoras 1 y 4 Telares	Mejora en la gestión del mantenimiento en las áreas indicadas	Evitar fallas y paradas prolongadas y/o trabajos provisionales que afecten la eficiencia energética de la máquina.	Si	No	-	Técnicos de mantenimiento Área de logística Almacén	
ITEM	SERVICIO	SISTEMA/EQUIPO	MEDIDA DE AHORRO	METAS	APLICACIÓN FASE 1	INVERSIONES		OBSERVACIONES	RESPONSABLE
						COSTO (\$)	PRI (MESES)		
1	Iluminación General planta	Luminarias circuito de alumbrado	Mejorar la eficiencia de las luminarias por cambio tecnológico.	Reemplazar lámparas obsoletas por tubos LED más eficientes.	Si	9 420	27	-	Jefe de mantenimiento Técnicos de mantenimiento
2	Chillers Extrusoras 1 y 4	Sistema de refrigeración de agua de proceso	Aislamiento de tuberías donde circula el agua de enfriamiento	Monitorear valores de temperatura ambiente y de las líneas de enfriamiento.	No	Requiere auditoría	-	-	Jefe de Mantenimiento Técnicos de mantenimiento
3	Sala de compresores	Sistema de aire comprimido	Eliminar fugas de aire comprimido	Verificar y corregir puntos de fugas de aire en las pistolas de aire de las extrusoras y en uniones rosacadas defectuosas.	Si	1 500	2.48	-	Jefe de manenimiento Técnicos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.9 Establecimiento de los objetivos, metas y planes energéticos

Los objetivos y metas energéticas y los planes de acción transformarán la política energética propuesta en acciones concretas para cada nivel de la empresa, todas estas deben ser reconocidos por la alta dirección como una misión para toda la organización.

Los principales objetivos energéticos propuestos para la planta industrial “El Águila S.R.L” son dos:

El primer objetivo energético es el establecimiento e implementación del SGEN; para conseguirlo debemos primero alcanzar las siguientes metas:

Primera meta, establecer el compromiso de la gerencia con el SGEN y la definición de la política energética, para ello se muestra un plan de acción en el que se enlistan una serie de actividades pertenecientes a las etapas del diseño del SGEN tales como: revisión y planificación energética.

Segunda meta, implementar y operar el SGEN; para alcanzar esta meta se ha propuesto un plan de acción con una serie de actividades que consisten en la inclusión de la gestión energética en la planificación estratégica de la empresa y llevar a cabo planes de capacitación y formación estableciendo modelos de comunicación organizacional y sistemas de seguimiento y control en todas las áreas de la organización.

El segundo objetivo energético es disminuir el consumo de energía eléctrica y las emisiones de CO₂ en un 11,94% a diciembre del 2020, para alcanzar este objetivo debemos cumplir con las siguientes metas:

Primero, reducir el consumo de energía eléctrica en un 4,86% mediante la reducción de la variabilidad operacional hasta el 2020 respecto de la línea de base energética obtenida para el año 2018. El plan propuesto consiste en relacionar la planeación y el control de la producción óptimos con el SGEN mediante el cumplimiento de estándares de producción eficientes, la lista de actividades de este plan de acción se detalla en la tabla N° 72.

Segundo, reducir en un 7,08% el consumo de energía eléctrica cuantificado y priorizado en el diagnóstico energético, para lograr esto se propone optimizar energéticamente, los servicios auxiliares como aire comprimido, agua de refrigeración e iluminación de planta. Las actividades pertenecientes al plan de acción propuesto para alcanzar esta meta se detallan en la tabla N° 73.

A continuación, se muestran en detalle los objetivos, metas y planes de acción diseñados para la planta industrial “El Águila S.R.L”:

Los objetivos, metas y planes de acción diseñadas para la planta industrial “El Águila S.R.L” son los que se detallan en las tablas que se muestran a continuación:

Tabla 70. Objetivo energético N°01

Objetivo N°01: Establecimiento del SGEN y su posterior implementación en la empresa “El Águila S.R.L”						
PLAN DE ACCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DOCUMENTOS RELACIONADOS	CRONOGRAMA		REVISIÓN
				INICIO	CIERRE	
META 1	Establecer el compromiso de la gerencia con el SGEN y definir la política energética de la empresa					
ETAPA REVISIÓN Y PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA	Designar un representante de la Alta dirección.	Gerencia general Gerente de planta	Carta de nombramiento del representante de la dirección, Norma NTP- ISO 50001:2012.	01/09/2019	30/11/2019	Alta dirección
	Crear un equipo de gestión de la energía.	Gerencia general Gerencia de planta	Organigrama del equipo de gestión de la energía, Norma ISO 50001.	01/09/2019	30/11/2019	Alta dirección
	Escribir y divulgar la política energética.	Gerencia general Gerencia de planta Equipo de gestión de la energía	Política energética de la empresa “El Águila S.R.L”, Norma ISO 50001.	01/09/2019	30/11/2019	Alta dirección
META 2	Implementación y operación del SGEN					
ETAPA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN (Etapa inicial)	Incluir la gestión energética en la planificación estratégica de la empresa y en los planes de capacitación y formación de todas las áreas de la organización.	Gerencia general Gerencia de planta Equipo de gestión de la energía Jefe de mantenimiento	Manual para la implementación del SGEN. Norma ISO 50001. Norma ISO 50002.	01/01/2020	30/06/2020	Alta dirección Gerencia de planta
	Diseño de modelos de comunicación organizacional y Sistemas de seguimiento y control.	Gerencia general Gerencia de planta Equipo de gestión de la energía. Jefe de mantenimiento.	Manual del Sistema de gestión de la energía de la empresa “El Águila S.R.L”	01/01/2020	30/06/2020	Alta dirección Gerencia de planta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Objetivo energético N°02

Objetivo N° 02: Disminuir el consumo de energía eléctrica y las emisiones de CO ₂ en un 11,94% a diciembre del 2020.							
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	FECHA	RECURSOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN	MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	PRESUPUESTO ANUAL (DÓLARES)
META 1	Reducir el consumo de energía eléctrica en un 4,86%, mediante control operacional hasta el 2020 respecto de la línea de base energética obtenida para el año 2018.						
Plan de acción	Enlazar la planeación y el control de la producción óptimos con el SGEN mediante la obtención y el cumplimiento de estándares de producción.	Especificar, comprar e instalar los equipos de medición requeridos para el control operacional (Incluye software de gestión energética – 1° Etapa).	Supervisor del área Gestor energético	01/07/2020	Contratación de especialista externo.	Revisión de especificaciones técnicas, órdenes de compra, instalación del programa y verificación del funcionamiento de los equipos.	7 000
		Establecer y verificar procedimientos de control operacional en las áreas de extrusión y tejido.	Operadores de extrusión Operadores de tejido Gestor energético	01/08/2020	Dos turnos (día y noche).	Instructivo de operación, registro de operación.	-----
		Seguimiento, medición y análisis del desempeño energético en las áreas de extrusión y tejido (Elaboración de informes).	Gestor energético Jefe de mantenimiento	Por turno	30 minutos al finalizar cada turno.	Análisis de información del sistema de gestión.	-----

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Meta N°02 del objetivo energético n°2

DESCRIPCIÓN		ACTIVIDADES	RESPONSABLES	FECHA	RECURSOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN	MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	PRESUPUESTO ANUAL (DÓLARES)
META 2		Reducción del 7,08% del consumo energético, cuantificado y priorizado en el diagnóstico energético.						
Plan de acción	Optimizar mediante estándares de uso, los servicios auxiliares como aire comprimido, agua de refrigeración e iluminación de planta.	Especificar, comprar e instalar los equipos de medición energética requeridos (Incluye software de gestión energética – 2° Etapa).	Supervisor del área Gestor energético	01/07/2020	Contrato con especialista externo	Revisión de especificaciones técnicas, órdenes de compra, instalación de software de gestión energética, instalación y verificación del funcionamiento de los equipos.	IDE de planta	7 500
		Integrar la información obtenida con los centros de costos.	Gestor energético	01/08/2020	Coordinación con el área de contabilidad, finanzas e informática	Verificación de la facturación de la energía.		-----
		Sustitución progresiva de lámparas y accesorios de iluminación de alta eficiencia (LED).	Jefe de mantenimiento	01/09/2020	Contrato con un técnico o empresa externa	Supervisor de mantenimiento		10 000
		Eliminar fugas de aire principalmente de las pistolas de aire del área de extrusión.	Jefe de mantenimiento	01/10/2020	Jefe y técnicos de mantenimiento.	Supervisor de mantenimiento		500
		Aislar tuberías de agua de enfriamiento en los chillers de las extrusoras.	Jefe de mantenimiento	01/11/2020	Jefe de mantenimiento Contrato con especialista externo.	Supervisor de mantenimiento		2500

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.10 Resultados de la evaluación del desempeño energético

En lo que respecta a la evaluación del desempeño energético actual de la planta industrial “El Águila S.R.L” se obtuvieron los siguientes resultados:

Según el análisis de los usos y consumos de energía eléctrica, el consumo mensual promedio de energía eléctrica, ha venido incrementándose desde el año 2016 con 577 027 KWh, el 2017 con 649 040,17 KWh hasta el año 2018 con 716 912,02 KWh. El incremento anual de la energía consumida se debe principalmente a la ampliación de potencia, que se realizó por la instalación de nueva maquinaria. De igual manera los costos mensuales promedios relacionados con la energía eléctrica aumentaron de 217 336,69 soles en el 2016, a 233 643,55 soles y 244 435,31 soles en el 2018.

De acuerdo con el censo de cargas (apartado 4.3.1.3.1) para la identificación de los usuarios significativos de la energía, se determinaron las áreas productivas y los servicios auxiliares de mayor consumo de energía eléctrica (USEs) de la planta industrial las cuales son:

- Extrusión (53,42%)
- Tejido (11,28%)
- Refrigeración de agua (9,28%)
- Aire comprimido (9,16%)

Estas áreas representan el 36,36% de los procesos que ocasionan el 83,79% del consumo de energía eléctrica total de la planta.

La línea base energética obtenida a nivel general para la planta industrial “El Águila S.R.L” para el año 2018 es de la forma $E = 0,73884 * P + 362\,203,1575$ con un factor de correlación de $R^2=0,55$ el cual se irá ajustando a medida que se vayan implementando las medidas de mejoramiento continuo del desempeño energético diseñadas en esta tesis. Asimismo, teniendo en cuenta el alto porcentaje de la energía no asociada a la producción ($e_0=51\%$) (apartado 4.3.1.4) lo cual muestra un alto potencial de reducción del consumo de energía eléctrica mediante un mejor control operacional de sus procesos. Además, se calculó una línea de base energética “meta” con la finalidad de cuantificar

aproximadamente el potencial de ahorro por reducción de la variabilidad operacional, esta ecuación es de la forma $E_{meta}=0,73884*X+329\ 673$.

Para mejorar los indicadores de desempeño energético obtenidos durante el periodo de análisis año 2018, se requieren cambios primordiales tanto en la cultura organizacional como en los procesos y procedimientos productivos. La ecuación base obtenida para los indicadores de consumo energético de la planta industrial “El Águila S.R.L” es: $z=0,73884+(362\ 203,16/x)$; con un indicador promedio mensual de 1,51 KWh/Kg. Para mejorar el indicador de consumo energético base se tomará en cuenta el valor de la producción crítica sin que afecten los tiempos de entrega óptimos de la producción.

En vista que a nivel planta se obtuvo una línea energética con un bajo factor de correlación: se ha analizado las líneas base energéticas de cada una de las extrusoras en el área de extrusión que es el área productiva de mayor consumo de energía eléctrica de la planta industrial, así como las ecuaciones de los indicadores de consumo de energía eléctrica de cada una de ellas, obteniéndose así los datos que se muestran en la tabla N° 61.

De los datos de la tabla N° 61 se puede concluir que la extrusora n° 01: Starex (desde el punto de vista energético) es la más eficiente con un indicador de consumo energético promedio de 0,73 kwh/kg y con una producción crítica de 6 303,62 kg de cinta de polipropileno, luego le sigue en eficiencia la extrusora n° 04: Lohia, con un indicador de consumo energético promedio de 0,75 kwh/kg y una producción crítica de 5 358,90 kg de cinta de polipropileno, le sigue en tercer lugar la extrusora n° 03 con un indicador de consumo energético promedio de 1,06 kwh/kg y una producción crítica de 2 155,71 kg de cinta de polipropileno y en último lugar se encuentra la extrusora n° 02 con un indicador de consumo energético de 1,13 kwh/kg y una producción crítica de 1 962,34 kg. Se puede concluir que: las extrusoras Huang Sheng n° 02 y 03 son las de menor desempeño energético, esto debido a que son de menor tecnología y a que éstas se encuentran al final de su vida útil. Las extrusoras Starex y Lohia son las más modernas y fueron implementadas en los años 2017 y 2018 respectivamente.

Las oportunidades de ahorro, identificadas a través de la reducción de la energía no asociada a la producción y que se denominan “potencial de ahorro por variabilidad operacional” (Ver tabla N°68) representan el 4,86% (36 419,69 KWh/mes) de la energía eléctrica que consume al mes la planta industrial, lo que equivale a un ahorro económico de 3 605,55 soles/mes, lo que al año equivale a 43 266,60 soles y un potencial de reducción de emisiones de CO₂ de 14 toneladas. Este ahorro constituye lo que se obtuvo teóricamente, a través de la línea base de planta y la línea de base meta.

Estos ahorros se pueden lograr con acciones de gestión de muy baja o nula inversión como son la identificación y estabilización de las variables de control energético en la operación de los procesos.

El potencial de ahorro que se puede obtener como resultado de implementar acciones de mejora encontradas a través de la identificación de oportunidades representa el 7,08% (53 025,91 KWh/mes) de la energía eléctrica que consume al mes la planta industrial, lo que equivale a un ahorro económico de 5 249,57 soles/mes lo que al año equivale a 62 994,84 soles con un potencial de reducción de emisiones de CO₂ de 20,41 toneladas.

Estos ahorros se pueden lograr con medidas de mediana inversión que necesitan un presupuesto adicional al asignado al área de mantenimiento pero que está dentro de las posibilidades de la empresa.

Además, en los apartados 7.3 y 7.4 de los anexos, se puede observar los ahorros logrados hasta el momento (año 2019) a través de la gestión de los contratos de energía y la realización de acciones de mejora en la distribución de cargas en las instalaciones eléctricas de media y baja tensión como el “reacomodo de cargas eléctricas” en los dos alimentadores de media tensión (22,9 KV) que abastecen de energía eléctrica a la planta industrial para lograr eliminar de la facturación los excesos de potencia en horas punta y fuera de punta del generador, así como las penalidades o cargos por energía reactiva. Todo esto se viene logrando con la ejecución y asesoría de la empresa JOPAING SAC

quien brinda sus servicios a la empresa “El Águila S.R.L” a través de contratos como “Externo”; dichos ahorros ascienden a la fecha a la cifra de 31 954 soles.

Por lo tanto, se concluye que, existe un importante potencial de ahorro total calculado para la planta industrial “El Águila S.R.L” de 89 445,60 KWh/mes lo que representa un 11,94% de la energía eléctrica que consume la planta al mes (749 155,06 KWh/mes), esto equivale a un ahorro económico de 2 683,37 dólares/mes lo que viene a ser aproximadamente 8 855,11 soles mensuales, al año este potencial de ahorro suma 106 261,32 soles y quedó demostrado también el beneficio ambiental de la futura implementación del sistema de gestión de la energía eléctrica ya que se dejarían de emitir en total 34,44 toneladas de CO₂/mes al ambiente.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. Según los resultados obtenidos del análisis inicial de cumplimiento de los requisitos de la norma NTP-ISO 50 001:2012, estos indican que existe un bajo nivel de gestión energética (3% de cumplimiento de la norma) en la planta industrial “El Águila S.R.L”.
2. En cuanto al compromiso de la gerencia con el sistema de gestión de la energía eléctrica, se establecieron las herramientas de gestión necesarias con la finalidad de lograr los ajustes institucionales con definición de las responsabilidades. Todo esto con el objetivo de afianzar el compromiso de la alta dirección con su sistema de gestión de la energía eléctrica.
3. Los resultados de la evaluación del desempeño energético de la planta industrial “El Águila S.R.L”, permitieron identificar a los usuarios significativos de la energía los cuales son: Extrusión (53,42%), Tejido (11,28%), Refrigeración de agua (9,28%) y Aire comprimido (9,16%) siendo estas áreas el 36,36% de los procesos que ocasionan el 83,79% del consumo de energía eléctrica de la planta.

De esta evaluación se obtuvo un alto porcentaje de energía no asociada a la producción (51%) lo cual se mejorará a través de un mejor control operacional de los procesos y de la gestión de la energía.

Además, se han cuantificado altos potenciales de reducción del consumo de energía eléctrica; primero por reducción de la variabilidad operacional de sus procesos que representa el 4,86% del potencial global de reducción del consumo de energía y que no requiere inversión o en su defecto una inversión mínima y segundo mediante la realización de respectivas auditorías energéticas en los servicios auxiliares del proceso productivo como son: aire comprimido, refrigeración de agua e iluminación, que representan el 7,04% del potencial de reducción del consumo de energía eléctrica y que requieren de un nivel de inversión medio.

El potencial de ahorro total que se puede alcanzar es de un 11,94% del consumo de energía eléctrica mensual (749 155,06 KWh/mes) lo que

representa un ahorro económico anual de 106 261,32 soles y lo que equivale a que se deje de emitir 34,44 toneladas de CO₂/mes al ambiente.

4. Por lo tanto, on la finalidad de mejorar el desempeño energético de la planta, se han establecido objetivos y metas energéticas con sus respectivos planes de acción que permitan traducir en acciones concretas la política energética propuesta.

El primer objetivo es establecer e implementar el SGEN para lo cual se deben alcanzar las metas de establecer el compromiso de la gerencia con el SGEN además de definir la política energética de la empresa y como segunda meta se mencionó la implementación y operación del SGEN.

El segundo objetivo es disminuir el consumo de energía eléctrica y las emisiones de CO₂ en un 11,94% a diciembre del 2020, de igual forma para cumplir con este objetivo de deben alcanzar las siguientes metas: primero, reducir el consumo de energía eléctrica en un 4,86% mediante la reducción de la variabilidad operacional a lo largo de todo el proceso productivo de la planta y segundo reducir el consumo de energía eléctrica en un 7,08% mediante la realización de auditorías energéticas en los servicios auxiliares (aire comprimido, refrigeración de agua e iluminación).

Finalmente, queda demostrado que la futura implementación del sistema de gestión de la energía en la planta industrial “El Águila S.R.L” tendrá un impacto muy positivo en la mejora del desempeño energético y en el medio ambiente, esto será posible con una inversión de \$27 500 la cual tendrá un periodo de retorno de la inversión de 10 meses. Todas estas conclusiones serán expuestas ante la gerencia general de la empresa “El Águila S.R.L” para que sean tomadas en cuenta en la toma de decisiones en la futura implementación del sistema de gestión de la energía eléctrica.

VI. RECOMENDACIONES

1. En vista de todos los beneficios (organizacionales, de ahorro de energía, económicos y ambientales) identificados, se recomienda el establecimiento del sistema de gestión de la energía eléctrica a partir de mes de Setiembre del 2019 y su posterior implementación a partir de enero del 2020; según lo establecido en el cronograma de la tabla N° 71.
2. Debido a que la evaluación del desempeño energético realizada en la presente tesis se hizo a nivel de “planta”, se recomienda complementar y profundizar esta investigación con evaluaciones del desempeño energético para cada área que conforma el proceso productivo de la planta industrial “El Águila S.R.L” pudiendo obtenerse así las líneas de base energéticas e indicadores de consumo energético para cada proceso productivo de la planta industrial.
3. Se recomienda investigar el impacto que tendría en el desempeño energético y en el rendimiento económico de la planta industrial “El Águila S.R.L”, la implementación de un modelo de mantenimiento centrado en indicadores de eficiencia energética, para ello se puede tomar como referencia la tesis de investigación preparada para la universidad Don Bosco (El Salvador) por los autores: Hernández y Luna [26].
4. Es recomendable realizar investigaciones en el área de la calidad de la energía eléctrica con la finalidad de identificar posibles perturbaciones electromagnéticas como: huecos de tensión, Sobretensiones, fluctuaciones de tensión, desbalance de tensión, ruido eléctrico y armónicos, que puedan causar daños a la electrónica asociada al control de las máquinas y al aislamiento del equipo eléctrico lo que originaría incrementos en las pérdidas de energía, daños a la producción, a la economía y la competitividad de la planta industrial “El Águila S.R.L”.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. A. Vega Vega, “Necesidad del uso eficiente de la energía.” [Online]. Available: <http://gestionenergetica.cubava.cu/necesidad-del-uso-eficiente-de-la-energia>.
- [2] L. Flores, N. Escobosa, and L. Espinosa, *Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*, Conuee/GIZ. México, D.F, 2016.
- [3] Repsol Perú, “Certificación del Sistema de Gestión de Energía ISO 50001,” 2018. [Online]. Available: <https://www.repsol.pe/es/la-pampilla/politicas-y-certificaciones/index.cshtml>.
- [4] Enel Generación Perú, “Exitosa auditoría de seguimiento de SGS a ISO 50001 de Enel Generación Perú.” [Online]. Available: <https://www.enel.pe/es/prensa/press/d201611-exitosa-auditoria-de-seguimiento-de-sgs-a-iso-50001-de-enel-generacion-peru.html>.
- [5] R. del P. Castrillón Mendoza, E. C. Quispe Oqueña, A. J. Gonzáles Hinestroza, M. Urhán Rojas, and D. Gutiérrez Fandiño, *Metodología para la Implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía. Fundamentos y casos prácticos*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2014.
- [6] ISO, “Gana el desafío de la energía con ISO 50001,” p. 16, 2011.
- [7] E. G. T. Huang, “Entendiendo los requisitos de la certificación de sistemas de gestión de la energía,” Lima, 2011.
- [8] INDECOPI, *NTP-ISO 50001:2012 Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso*. .
- [9] R. del P. Castrillón Mendoza, E. C. Quispe Oqueña, A. J. Gonzáles Hinestroza, and D. Fandiño Gutierrez, *Metodología para la implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía*. 2016.
- [10] A. Hernandez Pineda, G. Carmona Vásquez, and L. Flores Díaz, *Manual para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*. México, D.F, 2014.
- [11] E. Correa, “Propuesta para la implementación de un sistema de gestión integral de la energía en la planta de Colombates S.A.,” 2016.
- [12] DEXMA, “¿Qué es la Línea Base Energética?” .
- [13] D. E. L. P. Castrillon *et al.*, “Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria del cemento por proceso húmedo a través de la implementación del sistema de gestión integral de la energía,” *Dyna*, 2013.
- [14] C. Mendoza *et al.*, “Línea de Base Energética en la implementación de la norma ISO 50001 . Estudios de casos.,” *El Hombre y la máquina*, vol. 46, pp. 137–143, 2015.
- [15] Fundación MAPFRE, *Guía práctica para la Implantación de un Sistema de*

Gestión Energética. Henares, 2011.

- [16] et al. A. Borroto, “La gestión energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial,” *Rev. Energética*, vol. 33, no. 30 mayo 2005, pp. 65–69, 2005.
- [17] J. Muñoz Vizhñay, “Factibilidad de la Norma ISO 50001 en la Central Hidroeléctrica ‘ Carlos Mora Carrión ,” p. 112, 2013.
- [18] Asociación Española de la Calidad, “Los Sistemas de Gestión Energética (SGE).” [Online]. Available: https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=88f8ee2e-2656-4e2-aeaa-db081b96f59bd&groupId=10128.
- [19] South Africa Journal of Science, “Energy efficiency and the law : A multidisciplinary approach,” vol. 111, no. 1, pp. 1–8, 2015.
- [20] C. Sanchez Parra, “Procesos productivos industriales,” 2019. .
- [21] J. E. Cisneros Huancha, “GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÍA ORIENTADO A LA ENERGÍA ELÉCTRICA, BASADO EN LA NORMA ISO 50001,” Escuela Politécnica Nacional, 2014.
- [22] C. Andrés, V. Isaza, J. Carlos, P. Correa, and L. A. García, “Consumos de energía en la industria del plástico: revisión de estudios realizados,” vol. 1, no. 1, pp. 93–107, 2015.
- [23] J. P. Mongeagudo Yanes and O. G. Gaitan R, “Herramientas para la gestión energética empresarial,” *Sci. Tech.*, no. 29, pp. 169–174, 2005.
- [24] O. F. Caicedo Prías and J. C. Campos Avella, *Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*. Bogotá, 2013.
- [25] Universidad del Atlántico and Universidad Autónoma de Occidente, *HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA*. Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia, Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- [26] E. A. Hernández Grande and R. E. Luna Rodríguez, “DESARROLLO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA,” Universidad Don Bosco, 2017.

VIII. ANEXOS

8.1 Perfiles de demanda de la planta industrial “El Águila S.R.L”

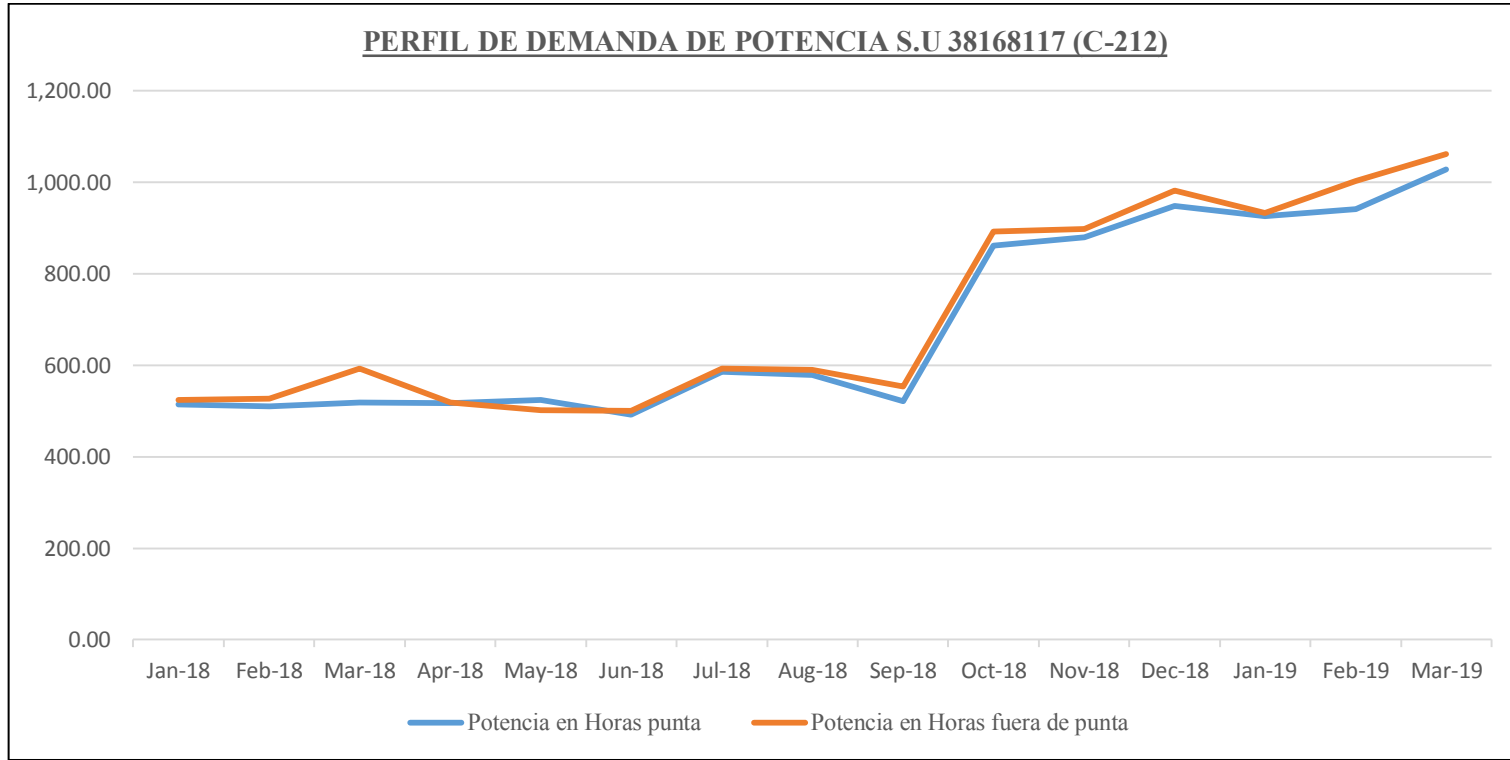


Figura N° 109. Perfil de demanda de potencia en horas punta y fuera de punta entre enero-2018 a marzo-2019 del S.U 38168117

Fuente: Elaboración propia

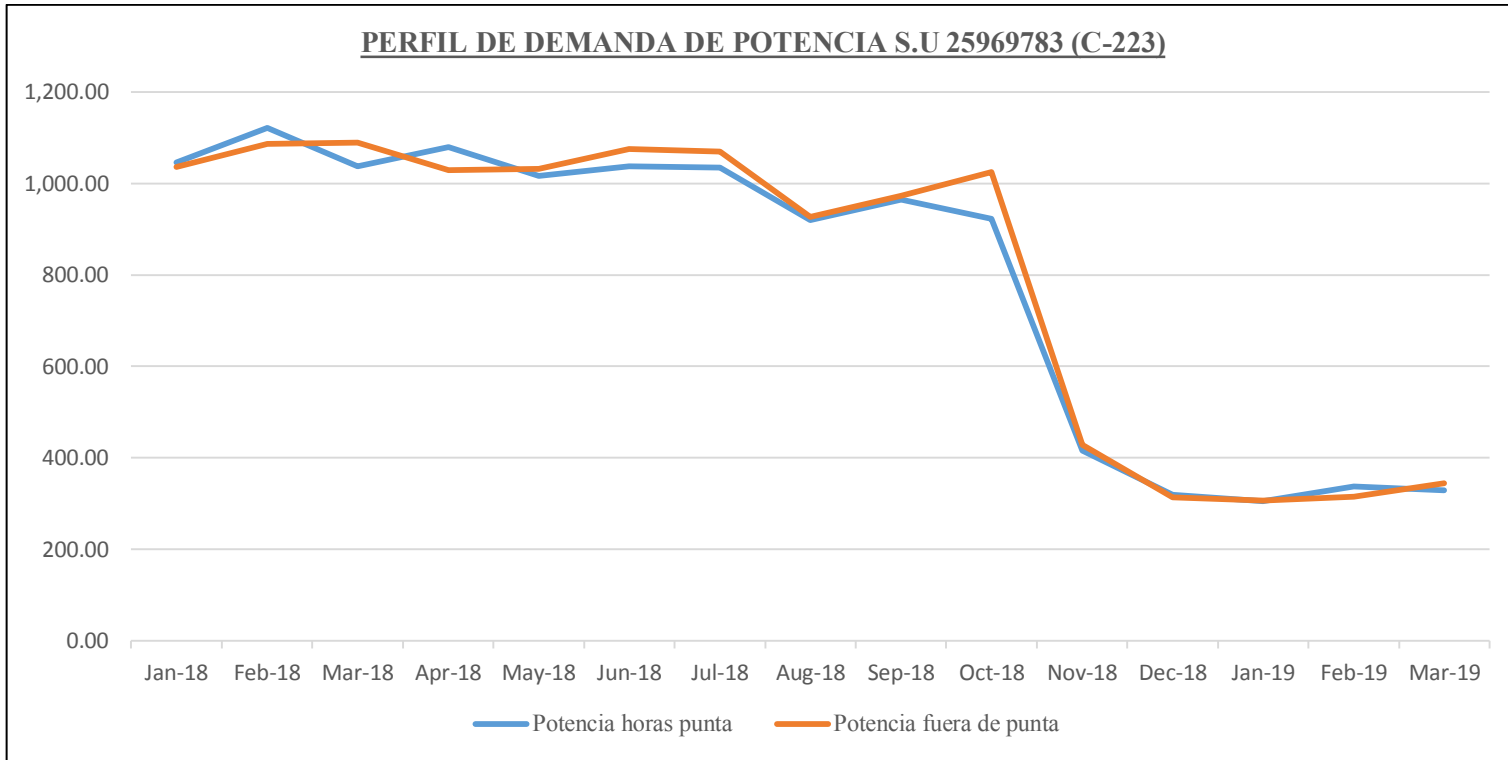


Figura N° 110. Perfil de demanda de potencia en horas punta y fuera de punta entre enero-2018 a marzo-2019 del S.U 25969783

Fuente: Elaboración propia

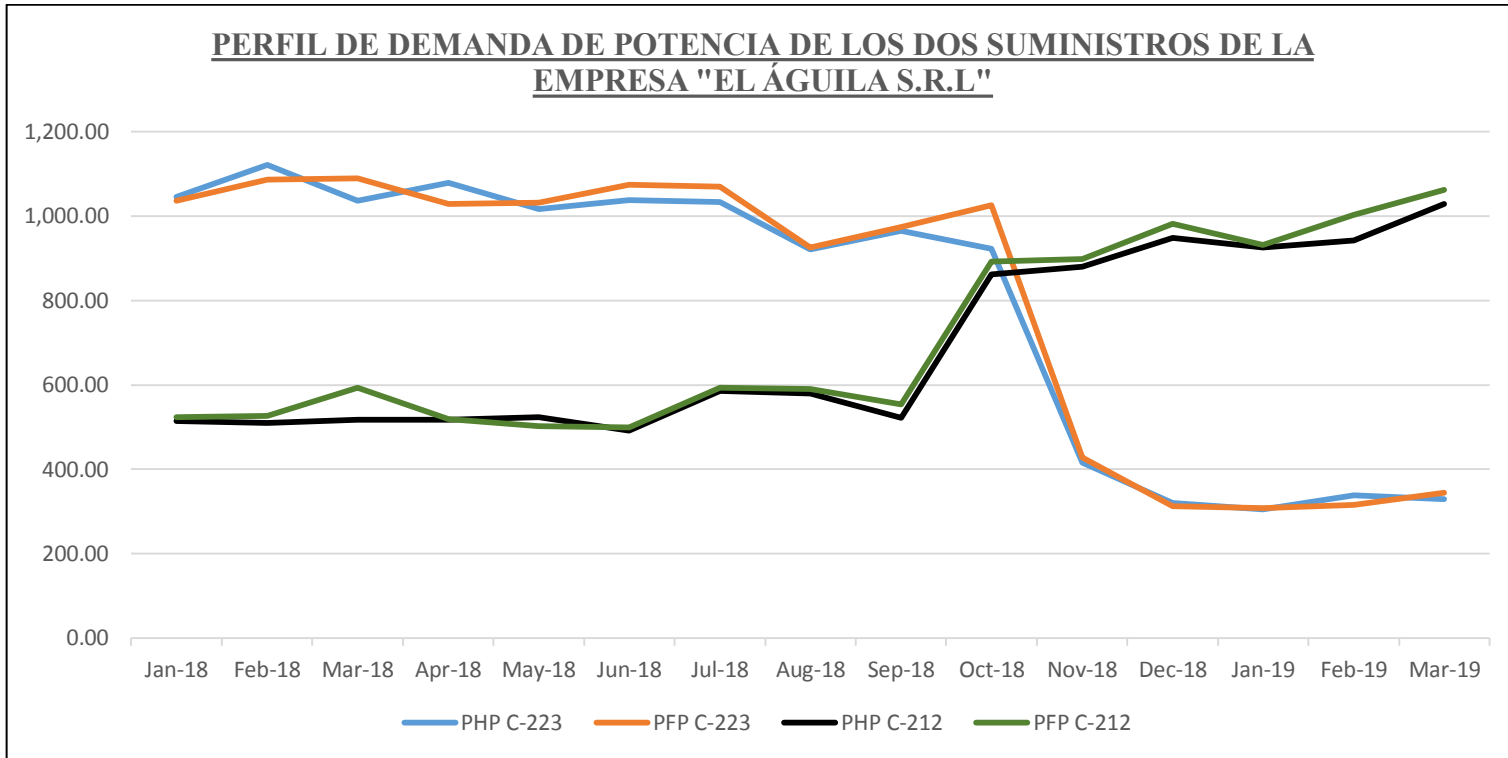


Figura N° 111. Perfil de demanda de potencia de los suministros de energía eléctrica de la empresa “El Águila S.R.L.”

Fuente: Elaboración propia.

8.2 Instrumentos de medición utilizados

8.2.1 Analizador de redes METREL Master Q4 – MI 2885

Introducción

El modelo Master Q4 es un dispositivo multifunción de mano para análisis de redes y mediciones de eficiencia energética.

Características principales

- Totalmente en conformidad con la normativa de calidad energética IEC 61000-4-30 Clase S.
- Con tarjeta de memoria microSD (soporta memorias de hasta 32 GB) para un registro de datos fácil y potente.
- 4 canales de tensión con una amplia escala de medición: hasta 1000Vrms, (CAT III/1000 V), con soporte para sistemas de tensión alta y media.
- Muestreo simultáneo de tensión y corriente (8 canales), conversión AD de 16 bit para una medición de potencia precisa y un error mínimo de desplazamiento de fase.
- Cumple con las normativas EC 61557-12 y IEEE 1459 (potencia combinada, fundamental y no fundamental) y IEC 62053-21 (Energía).
- Pantalla TFT a color de 4.3 pulgadas.
- Registro de formas de onda/corrientes de arranque, que pueden dispararse mediante eventos o alarmas y ejecutarse de manera simultánea junto con un registro general.
- El software para PC Power View v3.0 es una parte integral del sistema de medición que ofrece el modo más fácil de descargar, visualizar y analizar los datos de medición, o para imprimirlos.
 - El analizador Power View v3.0 incluye una interfaz sencilla pero potente para descargar los datos del instrumento y analizarlos de forma rápida, intuitiva y descriptiva. La organización de la interfaz permite

una rápida selección de los datos utilizando la vista de árbol de modo similar al Explorador de Windows.

- El usuario puede descargar fácilmente los datos registrados y organizarlos en múltiples emplazamientos con muchos subemplazamientos o posiciones.
- Genere diagramas, tablas y gráficas para analizar los datos de calidad de la energía, y cree informes impresos profesionales.
- Exporte o copie/pegue los datos en otras aplicaciones (por ejemplo, hojas de cálculo) para su posterior análisis.
- Se pueden mostrar y analizar simultáneamente varios registros de datos.



Figura N° 112. Analizador de redes Master Q4-MI2885 de la marca Metrel®.

Fuente: JOPAING SAC.

8.2.2 Registrador de energía Fluke 1736

Los registradores de energía o Power Loggers 1736 de la marca Fluke®, son dispositivos compactos para realizar estudios sobre energía y calidad eléctrica. Contienen una pantalla táctil integrada y un puerto Flash USB que permiten configurar, verificar y descargar fácilmente las sesiones de medición realizadas en el propio lugar de medición, sin necesidad de un ordenador.

El registrador puede realizar las siguientes mediciones:

- Mediciones básicas: Tensión(V), intensidad(A), frecuencia(Hz), sentido de rotación de las fases y 2 canales de CC (admite un sensor externo, facilitado por el usuario, para medir otros parámetros como temperatura, humedad y velocidad del viento).
- Potencia: Potencia activa(W), potencia aparente(VA), potencia no activa(var), factor de potencia.
- Potencia fundamental: Potencia activa fundamental(W), potencia aparente fundamental (VA), potencia reactiva fundamental (var) y DPF(Cos Φ).
- Energía: Energía activa(Wh), energía aparente(VAh) y energía reactiva (varh).
- Demanda: Demanda(Wh), demanda máxima(Wh), coste energético.
- Armónicos: Componentes de armónicos hasta el dígito 50 (incluido) y la distorsión armónica total de la tensión y la corriente.



Figura N° 113. Registrador de energía, Power Logger 1736 de la marca Fluke®

Fuente: JOPAING SAC

8.2.3 Registrador de energía: Power Hi Tester Clamp On Model 3166 marca HIOKI

El registrador de energía modelo 3166 de la marca Hioki puede trabajar con cualquier tipo de línea desde líneas monofásicas hasta líneas trifásicas de cuatro hilos. Además, puede manejar mediciones básicas, como voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, valores integrados, etc. Además, debido a las numerosas funciones de su interfaz el modelo 3166 es ideal para aplicaciones como el mantenimiento y la gestión de la energía en una fábrica.

Características

- **Diseño seguro**

Las características del registrador de energía 3166 de la marca Hioki tienen un diseño que cumplen con la norma de seguridad IEC1010-1.

- **Capaz de medir potencia en todo tipo de líneas eléctricas**

Este registrador de energía es capaz de medir potencia en todos los tipos de líneas eléctricas desde líneas monofásicas de dos hilos a líneas trifásicas de cuatro hilos.

- **Capacidad de detección de cableado incorrecto**

La pantalla de revisión de cableado es usada para cambiar fases, detectar fases y comprobar las conexiones de los sensores tipo pinza, con la finalidad de evitar errores de cableado durante la medición.

- **Presentación simultánea de todos los valores de medición**

El voltaje, corriente, potencia activa, reactiva y aparente, factor de potencia y la frecuencia pueden ser mostrados simultáneamente.

- **Equipado con interfaz RS-232C**

La interfaz RS-232C está estandarizada en el modelo 3166. Esta interfaz puede ser usada para conectar el registrador de energía a una impresora, computadora personal, un modem, etc con la finalidad de automatizar las operaciones de medición.

- **Pantalla de selección de idioma**

La pantalla puede ser cambiada entre los idiomas japonés e inglés.

- **Soporta una unidad de disquete**

Al utilizar el modelo 3166 en combinación con la unidad de disquete opcional, los datos se pueden recopilar durante periodos prolongados para medir por ejemplo la demanda, etc. Los datos pueden visualizarse y trabajarse en Microsoft Excel.

- **Compacto y ligero**

El modelo 3166 es compacto y ligero. Además, si se usa el estuche de transporte opcional el equipo puede ser usado para tomar mediciones mientras este permanece en su estuche.



Figura N° 114. Registrador de energía Power Hi Tester Clamp On Model 3166 de la marca HIOKI ®.

Fuente: JOPAING SAC.

8.3 Relación de máquinas de mayor consumo de Energía Eléctrica en la Planta Industrial “El Águila S.R.L”

Tabla 73. Relación de máquinas de mayor consumo eléctrico

Equipos de Mayor Consumo Eléctrico	Consumo Mensual (KWh)
Starlinger Starex	139 020,39
Lohia Duotec	120 808,03
Huang Sheng 3	70 002,56
Huang Sheng 2	67 188,62
Laminadora	40 395,40
Chiller N°2	30 562,75
Chiller N°3	24 742,17
Compresor N°4	21 403,50
Compresor N°3	21 335,10
Compresor N°1	12 836,40
Compresor N°2	12 750,90
Chiller N°4	9 926,02
Impresora N°2	6 459,75
Bombas Centrífugas	4 320,00
Recicladora	3 882,14
Extrusora N° 5	3 165,84
Consumo total de energía eléctrica	588 799,57

Fuente: Elaboración propia.

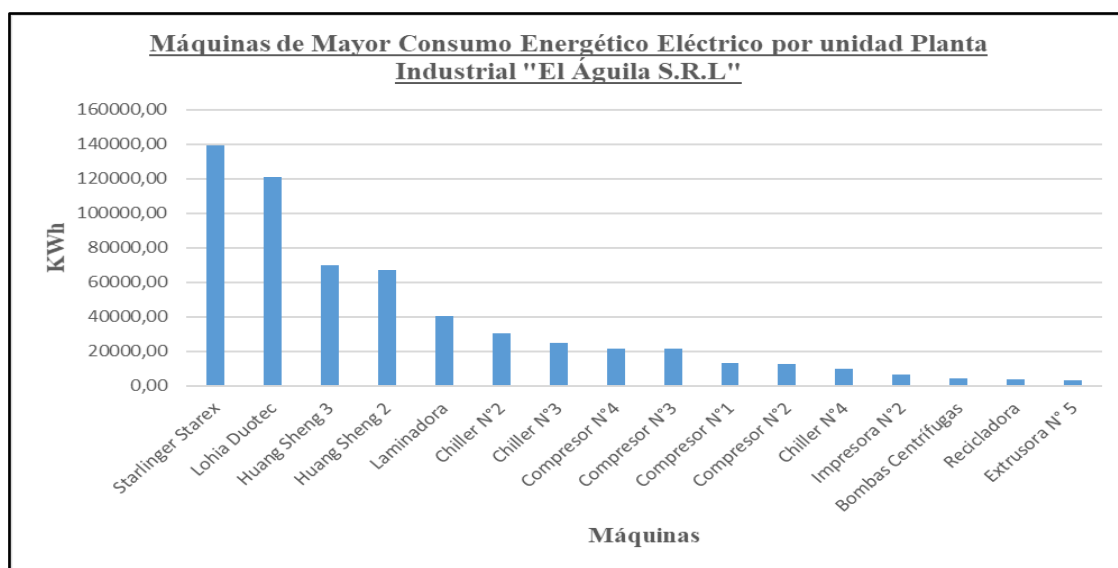


Figura N° 115. Máquinas de mayor consumo de energía eléctrica

Fuente: Elaboración Propia

8.4 Evolución de los contratos de potencia y energía asociada de la planta industrial “El Águila S.R.L”

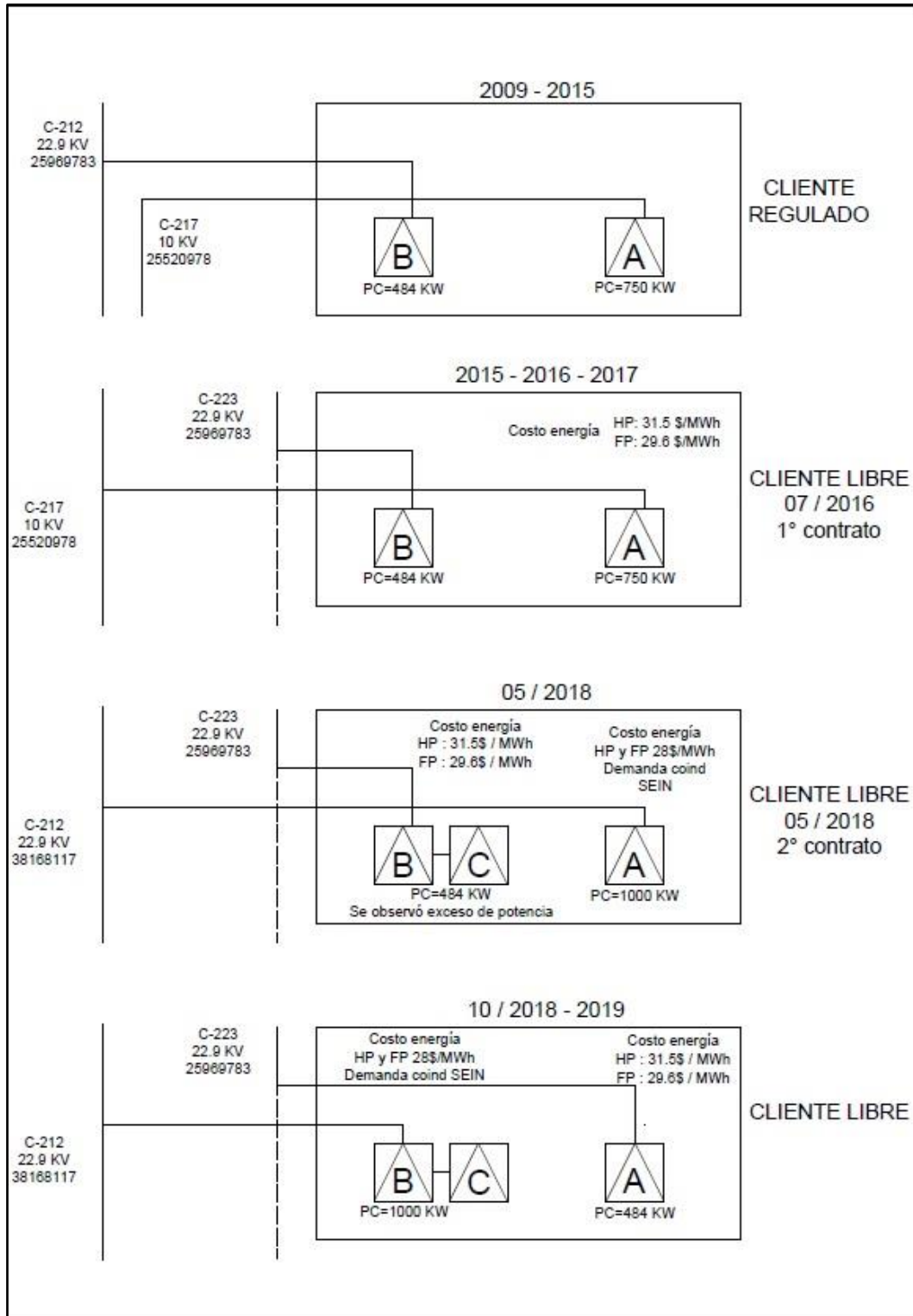


Figura N° 116. Evolución de los contratos de potencia y energía asociada de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Fuente: Elaboración Propia

8.5 Cálculo de ahorros obtenidos mediante la gestión de los contratos de energía eléctrica de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Tabla 74. Costos energéticos de la planta industrial “El Águila S.R.L” a partir de diciembre del 2017 a marzo del 2018

Periodo	Alimentador C-223	Descripción	Alimentador C-212	Descripción
Diciembre-17	S/ 145 820,64	Precio energía HP: \$31,50/MWh FP: \$29,60/MW Costo mensual promedio: S/169 015,46	S/ 100 586,67	Precio energía HP: \$31,5/MWh FP: \$29,60/MWh Costo mensual promedio: S/ 83 477,95
Enero-18	S/ 150 082,63		S/ 47 553,18	
Febrero-18	S/ 184 245,93		S/ 87 869,17	
Marzo-18	S/ 184 907,08		S/ 91 665,48	
Abril-18	S/ 184941,95		S/ 89 715,26	
Mayo-18	S/ 163 123,21		S/ 68 227,40	
Junio-18	S/ 170 383,29		S/ 64 254,70	
Julio-18	S/ 184 325,92		S/ 82 147,09	
Agosto-18	S/ 165 113,06		S/ 99 665,91	
Septiembre-18	S/ 162 131,83		S/ 67 175,45	
Octubre-18	S/ 132 741,35		S/ 134 804,01	
Noviembre-18	S/ 83 649,91	Precio energía:	S/ 149 479,37	Precio energía:
Diciembre-18	S/ 62 319,80	HP: \$31,50/MWh FP: \$29.60/MWh	S/ 125 355,13	\$28/MWh
Enero-19	S/ 63 345,48	Costo mensual promedio:	S/ 149 803,84	Costo mensual promedio:
Febrero-19	S/ 68 376,18	S/ 69 377,9040	S/ 151 620,62	S/ 147 845,30
Marzo-19	S /69 198,15		S/ 162 967,55	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 75. Relación de costos asociados al concepto “Generación- Exceso de Potencia en HP del suministro 25969723 de la planta industrial “El Águila S.R.L”

Periodo	Consumo	Precio unitario	Costo (S/.)
Enero-18	561,86	1,11	623,66
Febrero-18	602,71	1,11	669,01
Marzo-18	552,68	1,11	613,47
Abril-18	594,84	1,11	660,27
Mayo-18	532,82	1,11	591,43
Junio-18	553,81	1,11	614,73
Julio-18	549,87	1,11	610,36
Agosto-18	436,33	1,11	484,33
Septiembre-18	480,92	1,11	533,82
Octubre-18	0	0	0,00
Noviembre-18	0	0	0,00
Diciembre-18	0	0	0,00
Enero-19	0	0	0,00
Febrero-19	0	0	0,00
Marzo-19	0	0	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76. Detalle de ahorros obtenidos mediante gestión de los contratos de energía de la planta industrial “El Águila S.R.L”.

Detalle de ahorros obtenidos (tomando como referencia un periodo de cinco meses)	
Ahorro promedio obtenido a partir del mes de mayo hasta septiembre del 2018, gracias a la firma de un nuevo contrato de energía que incluía cambio en el nivel de tensión en el alimentador C-212 y reducción del precio de la energía (de \$31.50/MWh en horas punta y \$29,60/MWh en horas fuera de punta) a \$28/MWh (en horas punta y fuera de punta).	S/ 83 477,95 – S/ 76 294,11 S/ 7 183,84
Ahorro promedio obtenido a partir del mes de noviembre del 2018 hasta marzo del 2019 mediante el “transvase de cargas” realizado en el mes de octubre del 2018 intercambiando las cargas entre los alimentadores C-212 y C-223. Nota: Para el cálculo de este valor no se tuvo en cuenta el mes de octubre debido a que fueron en los primeros días de este mes en los que se realizó la mencionada maniobra. Además no se tuvo en cuenta el ahorro en costos de energía eléctrica de la carga conectada en el circuito C-212 que pasó al C-223 ya que esta disminución se debió en parte a la salida de servicio de la extrusora N°2 (Huang Sheng).	S/ 169 015,46 – S/ 147 845,30 S/ 21 170,16
Ahorro por eliminación del exceso de potencia en la facturación del suministro 25969723 a partir del mes de octubre del 2018 hasta marzo del 2019.	S/ 600 / mes Total durante los últimos seis meses: S/ 3600
Total de ahorros obtenidos mediante contratos y maniobras realizadas en planta.	S/ 31 954

Fuente: Elaboración propia

8.6 Cálculo del ahorro potencial que se puede obtener mediante la eliminación de fugas de aire comprimido

Las principales fugas de aire encontradas en la planta industrial “El Águila S.R.L” son aquellas debidas a una deficiente conexión de los accesorios que transportan el aire comprimido, esto es evidente en las “pistolas de aire” que se utilizan principalmente en las extrusoras las cuales sirven para jalar la cinta de los rodillos a los carretes de las embobinadoras.

Para calcular el ahorro que se puede obtener mediante la eliminación de fugas de aire comprimido, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{costo de fugas} = \# \text{ de fugas} \times \text{caudal fugado} \times \text{potencia específica} \times \# \text{horas} \\ \times \text{precio de la energía}$$

Se siguieron los siguientes pasos:

Primer paso: Determinamos el número de fugas, en este caso son: 3.

Segundo paso: Determinamos un caudal fugado obtenido de tabla para diferentes presiones de aire y tamaño de orificios, la potencia específica, en número de horas de trabajo y el precio de la energía.

Trabajando con una presión promedio de 106 psi (7,31 bar) y con un diámetro de orificio equivalente a un orificio de 4,1240 mm de diámetro, obtenemos interpolando:

Tabla 77. Caudal fugado para diferentes presiones de aire y tamaño de orificios

Presión (psi)	Diámetro del orificio (mm)		
	3,175	4,1240	6,350
Descarga en (litros/segundo)			
100	12,27	16,73	49,09
106	12,89	17,32	-----
110	13,31	17,71	53,34

Fuente: Fugas en un sistema de aire comprimido – Air Solutions Audits.

Luego calculamos la potencia específica siguiendo un procedimiento de cálculo establecido por Air Solutions Audits (siendo la potencia promedio del sistema de aire comprimido de la planta industrial 94 KW):

$$\text{Potencia específica} = 94 \times 1,11 = 104,34 \div 0,94 = 111 \div 217 = 0,511 \frac{\text{KW}}{\frac{\text{l}}{\text{seg}}}$$

Después obtenemos los datos de número de horas de funcionamiento al mes y precio de la energía:

$$\# \text{horas} = 730 \text{ horas/mes}$$

$$\text{Precio promedio de la energía} = \$0,031/\text{KWh}$$

Tercer paso: reemplazamos todos los valores obtenidos en la fórmula dada anteriormente.

$$\text{Costo mensual de fugas} = 3 \times 17,32 \frac{\text{l}}{\text{seg}} \times 0,511 \frac{\text{KW}}{\frac{\text{l}}{\text{seg}}} \times 730 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} \times 0,0315 \frac{\$}{\text{KWh}}$$

$$\text{Costo mensual de fugas} = \$610,55 \approx 2014,81 \text{ soles}$$

$$\text{Costo anual de fugas} = \$7326,60 \approx 24\,177,78 \text{ soles}$$

Podemos obtener también la cantidad de energía desperdiciada por estas fugas de aire comprimido mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Energía mensual desperdiciada por fugas de aire comprimido} = \# \text{ fugas} \times \text{caudal de fuga} \times \text{Potencia específica} \times \# \text{ horas/mes}$$

$$\text{Energía mensual desperdiciada por fugas de aire comprimido} = 3 \times 17,32 \times 0,511 \times 730$$

$$\text{Energía mensual desperdiciada for fugas de aire comprimido} = 19\,382,64 \text{ KWh}$$

Esta energía desperdiciada por las fugas de aire comprimido representa el 28,25% del consumo mensual promedio de energía del área de Aire comprimido (68 604,70 KWh).

8.7 Cálculo del ahorro potencial que se puede obtener mediante el cambio tecnológico de las luminarias en el área de iluminación general y exterior de planta

Tabla 78. Ahorro potencial mediante el cambio tecnológico de las luminarias en las áreas de iluminación general e iluminación exterior de planta

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL	POTENCIA TOTAL	CONSUMO MENSUAL (KWh)	COSTO DE LA ENERGÍA (S/)
Fluorescente 2x36w (Iluminación General de Planta)	267	80	21 360	8 971,20	941,98
Fluorescente 2x36w (Iluminación Localiz c/máquina)	135	80	10 800	6 480,00	680,40
Fluorescentes 4x18w (Oficinas administrativas)	49	80	3 920	1 646,40	172,87
Reflectores 400w Luz Halógena (Iluminación exterior)	15	415	6 225	2 614,50	274,52
TOTALES			42 305,00	19 712,10	2069,77
ALTERNATIVA DE REEMPLAZO CON LUM LED	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL	POTENCIA TOTAL	CONSUMO MENSUAL (KWh)	COSTO DE LA ENERGÍA (S/)
Fluorescentes LED 2x18w (Ilum General de Planta)	267	36	9 612	4 037,04	423,89
Fluorescentes LED 2x18w (Ilum Localiz c/máquina)	135	36	4 860	2 916,00	306,18
Fluorescentes LED 2x9w (Ilum Of. Administrativa)	49	18	882	370,44	38,90
Reflectores LED de 200W (Ilum Exterior)	15	200	3 000	1 260,00	132,30
TOTALES			18 354,00	8 583,48	901,27
AHORRO MENSUAL			23 951,00	11 128,62	1 168,51

Fuente: Elaboración propia

8.8 Evaluación económica del proyecto

Tabla 79. Presupuesto del establecimiento del SGen "El Águila S.R.L"

PRESUPUESTO DEL ESTABLECIMIENTO DEL SGEN "El Águila S.R.L"				
CONCEPTO	UNIDAD	CANT	P. UNIT	P. PARCIAL
Objetivo 1: Reducir el consumo de energía eléctrica en un 4,86% mediante el control operacional respecto a la línea base energética.				
1.- Suministro e instalación de equipos de medición. (Incluye software y licencia de operación- 1°Etapa Área de Extrusión).	Conj	01	7 000	\$ 7000
Objetivo 2: Reducción del consumo de energía eléctrica en un 7,08% cuantificado y priorizado en el diagnóstico energético.				
1.- Suministro e instalación de equipos de medición (Incluye software y licencia de operación – 2° Etapa Áreas de Tejido, Conversión, Laminado e Impresión).	Conj	01	7 500	\$ 7500
2.- Suministro y reemplazo de equipos de iluminación LED por equipos antiguos.	Conj	01	10 000	\$ 10 000
3.- Suministro y montaje de accesorios en pistolas de aire, extrusión, conversión y telares.	Conj	01	500	\$ 500
4.- Suministro y montaje de materiales para aislamiento de tuberías de agua en chillers de las extrusoras.	Conj	01	2 500	\$ 2 500
SUB TOTAL				\$ 27 500
INVERSIÓN TOTAL				\$ 27 500
INVERSIÓN TOTAL EN SOLES				\$ 96 250
POTENCIAL DE AHORRO				S/106 261,32
PRI				0,90