

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE: INGENIERA ELÉCTRICA**

**TEMA:
AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FÁBRICA PLÁSTICOS Y BROCHAS
WILSON S.A. EN EL MARCO DE LA NORMA ISO 50001 DE SISTEMAS
DE GESTIÓN DE ENERGÍA**

**AUTOR:
NATALY DANIELA SIMBAÑA NASIMBA**

**TUTOR:
MANUEL DARIO JARAMILLO MONGE**

Quito, septiembre del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Nataly Daniela Simbaña Nasimba, con documento de identificación N°1727381368, manifesté mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación: “Auditoría Energética de la fábrica Plásticos y Brochas Wilson S.A. en el marco de la Norma ISO 50001 de Sistemas de Gestión de Energía.”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Eléctrica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Nataly Daniela Simbaña Nasimba
CI. 1727381368

Quito, septiembre del 2020.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, **“Auditoría Energética de la fábrica Plásticos y Brochas Wilson S.A. en el marco de la Norma ISO 50001 de Sistemas de Gestión de Energía”**, realizado por Nataly Daniela Simbaña Nasimba, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.



Manuel Dario Jaramillo Monge
C.I. 1714298005

Quito, septiembre de 2020

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico principalmente a Dios, por darme sabiduría, y guiar mis pasos día tras día en este largo camino.

Agradezco de manera muy especial a mis amados padres, Daniel Simbaña Bautista y Blanca Susana Nasimba Nasimba quienes con su esfuerzo y amor incondicional siempre creyeron en mí y me demostraron que todo lo que uno se propone lo puede lograr. A mi querido hermano, Cristian Paul Simbaña Nasimba y a su familia que con sus consejos supieron forzar mi carácter.

Dedico este logro a una persona muy especial, Andrés que con su apoyo y compañía durante todo este proceso supo cómo inspirarme a culminar mi carrera estudiantil.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Ing. Santiago Sánchez por ser mi guía y mentor, impartiendo su conocimiento y experiencia.

Al Ing. Ramiro Balarezo por su apoyo y ayuda incondicional.

Y al Ing. Dario Jaramillo por sus constantes y dedicadas correcciones impulsándome a presentar un trabajo bien realizado.

ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	II
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE	VI
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I.....	6
AUDITORÍA ENERGÉTICA.....	6
1.1 Metodología	7
1.1.1. Toma de Datos.....	8
1.1.2. Diagnóstico de las Instalaciones.....	9
1.1.3. Informe Técnico-económico	9
CAPÍTULO II.....	11
MARCO DE LA ISO 50001 DE GESTION ENERGÍA	11
2.1 Requisitos Generales.....	14
2.1.1. Responsabilidades de la Gerencia	14
2.1.2. Política Energética	15
2.2 Planeación Energética	16
2.2.1. Requisitos Legales	17
2.2.2. Revisión Energética	18
2.2.3. Línea Base Energética	19
2.2.4. Indicadores de Desempeño Energético (IDEn).....	19
2.2.5. Medidas de Ahorro Energético (MAE)	20

2.3	Implementación y Operación	20
2.3.1.	Competencia, Formación y Toma de Conciencia.....	21
2.3.2.	Comunicación.....	21
2.3.3.	Control Operacional.....	22
2.3.4.	Diseño	23
2.3.5.	Adquisición de Servicios de Energía, Productos, Equipos y Energía	24
2.4	Verificación y Revisión.	24
2.4.1.	Seguimiento, Medición y Análisis.....	25
2.4.2.	Evaluación del Cumplimiento de los Requisitos Legales y de Otros Requisitos	27
2.4.3.	Realización de Auditorías Internas del SGE	27
2.5	Revisión por la Dirección.....	27
CAPÍTULO III.....		28
AUDITORÍA ENERGÉTICA, PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A.		28
3.1	Descripción General de las Instalaciones.....	28
3.1.1.	Historia y Crecimiento.....	28
3.1.2.	Organigrama Estructural.....	28
3.1.3.	Diagrama de los Procesos	30
3.1.4.	Productos que se Fabrican en la Planta.....	32
3.1.5.	Memoria Descriptiva de la Instalación	35
3.1.6.	Materia Prima.....	39
3.2	Maquinaria.	39
CAPÍTULO IV		40
DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO		40
4.1	Recopilación de la Información.....	40
	Visita a las Instalaciones	40
	Formatos para Registro de la Información.....	40
4.2	Consumos Energéticos.....	42

Electricidad	42
4.2.1.	
4.3 Consumos Significativos.....	44
4.3.1. Inyectoras de Plástico	44
4.3.2. Producción de Aire Comprimido (Compresores).....	45
4.3.3. Cámara de Secado	45
4.3.4. Iluminación y Alumbrado	46
4.3.5. Equipos de Datos.....	51
CAPÍTULO V.....	52
RED ELÉCTRICA DE LA PLANTA	52
5.1 Información General.....	52
5.1.1. Tarifa Eléctrica.....	52
5.1.2. Acometida en Media Tensión	52
5.1.3. Cámara de transformación	53
5.1.4. Grupo Electrónico.....	53
5.1.5. Tableros de Distribución Principal.....	53
5.1.6. Subtableros.....	55
5.1.7. Banco de Capacitores.....	58
5.2 Mediciones y Registro de Datos.....	58
5.2.1. Mediciones Eléctricas	58
5.2.2. Análisis de la Potencia Activa.....	60
5.2.3. Análisis del Voltaje	61
5.2.4. Análisis de Armónicos.....	63
5.2.5. Factor de Potencia	63
5.2.6. Cargas Eléctricas	64
CAPÍTULO VI	71
BALANCE ENERGÉTICO	71
6.1 Carga instalada y Demanda.....	71

6.2	Consumos de Energía	74
CAPÍTULO VII		80
PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA.....		80
7.1	Indicadores de Desempeño Energético	80
7.2	Línea Base Energética.....	80
CAPÍTULO VIII.....		83
MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA.....		83
81	Mejora 1: Instalación de un Sistema de Monitoreo y Control del Sistema Eléctrico .	85
82	Mejora 2: Cambio de Luminarias Actual por Luminaria Más Eficiente	86
83	Mejora 3: Instalación de Motores Eléctricos de Alta Eficiencia.....	87
84	Mejora 4: Automatización de Régimen de Operación de Compresores en Función de la Demanda.....	88
85	Mejora 5: Cerrar el Suministro Aire Comprimido en Máquinas Paradas.....	89
86	Mejora 6: Establecer un Sistema de Evaluación, Detección y Reparación de Fugas de Aire Comprimido	89
87	Mejora 7: Capacitación para el Personal a Cargo del Área Energética	90
88	Mejora 8: Establecer Incentivos al Personal en Función de Resultados en Eficiencia Energética.....	91
89	Mejora 9: Desarrollar Campaña de Concientización Sobre Ahorro de Energía	91
810	Mejora 10: Aprovechamiento de los Residuos de Madera para Producción de Energía (Biomasa-Gasificación).....	93
811	Mejora 11: Instalación Solar Fotovoltaica	94
8.11.1.	Descripción General	95
8.11.2.	Descripción de Programa PV*SOL.....	95
8.11.3.	Principales Componentes del Sistema Fotovoltaico.....	96
8.11.4.	Resultados de la Simulación.....	96
8.11.5.	Análisis Económico.....	106

CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS.....	112
ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa visual de trabajo en una auditoría energética	7
Figura 2. Proceso de Mejora Continua de la ISO 50001.....	11
Figura 3. Mapa desglosado de la norma ISO 50001	13
Figura 4. Diagrama conceptual del proceso de planificación energética.....	17
Figura 5. Esquema del proceso de revisión energética en una organización	18
Figura 6. Ubicación Geográfica.....	28
Figura 7. Organigrama de la fábrica de Plásticos y Brochas Wilson S.A.....	29
Figura 8. Organigrama de brochas para la fábrica de Plásticos y Brochas Wilson S.A.	31
Figura 9. Organigrama de plásticos para la fábrica de Plásticos y Brochas Wilson S.A.....	32
Figura 10. Bloque correspondiente a las oficinas, Planta Plásticos y Brochas Wilson	35
Figura 11. Distribución de los diferentes bloques, Planta Plásticos y Brochas Wilson.....	36
Figura 12. Consumo de energía Fábrica de Plásticos y Brochas Wilson.....	43
Figura 13. Demanda máxima Fábrica de Plásticos y Brochas Wilson	44
Figura 14. Compresor marca Eaton	45
Figura 15. Cámara de secado.....	46
Figura 16. Panel de control para el área del secado de madera	46
Figura 17. Medidor eléctrico trifásico	52
Figura 18. Tablero de distribución principal	54
Figura 19. Gabinete 2 y 3 del TDP	54
Figura 20. Subtablero de carpintería.....	55
Figura 21. Subtablero SA 220/480	56
Figura 22. Subtablero SM 220/440.....	56
Figura 23. Subtablero de radios.....	57
Figura 24. Subtablero de secadores N. y N.2	57
Figura 25. Banco de capacitores.....	58
Figura 26. Analizador de redes.....	59
Figura 27. Medición de Potencia Activa.....	60
Figura 28. Medición de Potencia Activa.....	61
Figura 29. Medición de la tensión.	62
Figura 30. Medición de armónicos del voltaje	63
Figura 31. Medición de factor de potencia.....	64
Figura 32. Luxómetro marca Pro´skit MT-4017	65

Figura 33. Demanda por edificación.....	73
Figura 34. Carga instalada por servicio.	74
Figura 35. Porcentaje de usos finales de energía, planta PBW	76
Figura 36. Diagrama de Pareto del Subtablero SA.....	77
Figura 37. Diagrama de Pareto del Subtablero de carpintería.....	78
Figura 38. Cálculo de la línea base energética	81
Figura 39. Vista general del diseño, escenario 1	97
Figura 40. Diagrama esquemático, escenario 1.....	98
Figura 41. Flujo de energía, escenario 1.....	99
Figura 42. Vista general del diseño, escenario 2.....	100
Figura 43. Diagrama esquemático, escenario 2.....	101
Figura 44. Flujo de energía, escenario 2.....	102
Figura 45. Vista general del diseño, escenario 3	103
Figura 46. Diagrama esquemático, escenario 3.....	104
Figura 47. Flujo de energía, escenario 3.....	105
Figura 48. Flujo de caja acumulado.....	107
Figura 49. Ahorro de costo de energía.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas propuestas	5
Tabla 2. Equipos de medida	8
Tabla 3. Tipo de brochas con sus medidas.....	32
Tabla 4. Tipo de escobas y sus dimensiones	33
Tabla 5. Tipo de trapeadores y sus dimensiones	33
Tabla 6. Tipo de canecas con sus medidas.....	33
Tabla 7. Productos varios	34
Tabla 8. Productos área hogar	34
Tabla 9. Tipo de cepillos con sus dimensiones	35
Tabla 10. Distribución de la superficie de los bloques	38
Tabla 11. Materia prima.....	39
Tabla 12. Consumo anual de energía eléctrica durante los últimos 2 años.....	42
Tabla 13. Especificaciones técnicas, inyectoras.....	44
Tabla 14. Especificaciones técnicas, compresores	45
Tabla 15. Distribución de lámparas y luminarias en las oficinas	47
Tabla 16. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B01	48
Tabla 17. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B02	48
Tabla 18. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B03	49
Tabla 19. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B04 y B05.....	49
Tabla 20. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B07	49
Tabla 21. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B08	50
Tabla 22. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B11	50
Tabla 23. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B09 y B10.....	51
Tabla 24. Asignación de equipos de datos por área.....	51
Tabla 25. Especificaciones técnicas del grupo electrógeno	53
Tabla 26. Estudio de luminosidad en las oficinas.....	66
Tabla 27. Estudio de luminosidad en el bloque B01	66
Tabla 28. Estudio de luminosidad en el bloque B02	67
Tabla 29. Estudio de luminosidad en el bloque B03	67
Tabla 30. Estudio de luminosidad en el bloque B04 y B05	67
Tabla 31. Estudio de luminosidad en el bloque B07	68

Tabla 32. Estudio de luminosidad en el bloque B08	68
Tabla 33. Estudio de luminosidad en el bloque B11	68
Tabla 34. Estudio de luminosidad en el área exterior.....	68
Tabla 35. Potencia de quipos de fuerza.....	69
Tabla 36. Potencia de datos.....	69
Tabla 37. Potencia de los equipos de comunicación	70
Tabla 38. Carga instalada y demanda, planta Pasticos y Brochas Wilson S.A	72
Tabla 39. Consumo de energía del Tablero de Distribución Principal.....	75
Tabla 40. Consumo de energía eléctrica en el subtablero SA.....	77
Tabla 41. Consumo de energía eléctrica en el subtablero de carpintería.....	78
Tabla 42. Subtablero de mayor consumo	79
Tabla 43. Datos utilizados en la elaboración de la línea de base energética.....	81
Tabla 44. Criterio de confiabilidad de los datos para la elaboración de la línea base energética	82
Tabla 45. Descripción de las medidas de implementación	84
Tabla 46. Elección y distribución de luminaria LED	86
Tabla 47. Motores a cambiar.....	87
Tabla 48. Descripción de los equipos, escenario 1	97
Tabla 49. Resultado de la simulación, escenario 1	98
Tabla 50. Descripción de los equipos, escenario 2.....	100
Tabla 51. Resultado de la simulación, escenario 2.....	101
Tabla 52. Descripción de los equipos, escenario 3.....	103
Tabla 53. Resultado de la simulación, escenario 3.....	104
Tabla 54. Análisis de los parámetros económicos.....	106
Tabla 55. Análisis de pagos y ahorros	107

RESUMEN

El presente documento tiene la intención de guiar a la planta de Plásticos y Brochas Wilson S.A en la implementación de los sistemas de gestión de la energía, basados en la norma internacional ISO 50001 y su impacto en la reducción de costos energéticos. Los diferentes capítulos de este estudio le dan una secuencia al análisis de la gestión de la energía eléctrica, iniciando con la presentación de los objetivos, el alcance y el problema de este proyecto, seguido por la definición de los conceptos necesarios para el entendimiento de la gestión de la energía y la importancia que esta representa.

Para este estudio se ha basado en la Auditoría Energética empleando la recopilación de información preliminar, revisión de la factura eléctrica, recorrido de las instalaciones, campañas de mediciones y evaluación de los registros, mediante este proceso conocer su consumo y el uso de la energía en la planta; siendo así para el análisis se empleó algunos equipos de medición entre estos el analizador de redes.

De esta manera, se identificó el indicador de desempeño energético lo que incide en la elaboración de la línea base energética como una referencia antes y después de implementar las medidas de ahorro; una de las medidas que se propuso para este proyecto es la implementación de un sistema fotovoltaico, con la ayuda de la herramienta PV*SOL se plantió tres escenarios con diferentes capacidades de 34,2, 68,4 y 136,8 kWp, convirtiéndose en la mejor alternativa a largo plazo y reduciendo los impactos de CO₂ al medio ambiente. La implementación de los cambios que se propone, permite a la organización Plásticos y Brochas Wilson S.A., estar en condiciones de mejorar continuamente su desempeño energético, de manera que cumpla con sus compromisos trazados involucrando a todo el personal.

ABSTRACT

This document is intended to guide the Plásticos y Brochas Wilson S.A plant in the implementation of Energy Management Systems, based on the international standard ISO 50001 and its impact on reducing energy costs. The different chapters of this study give a sequence to the analysis of energy management, starting with the presentation of the objectives, the scope and the problem of this project, followed by the definition of the concepts necessary for the understanding of energy management and the importance that it represents.

For this study it has been based on the Energy Audit using the collection of preliminary information, review of the electric bill, tour of the facilities, measurement transactions and evaluation of the records, through this process to know their consumption and the use of energy in the plant being thus for the analysis some measurement equipment was used, among these the network analyzer.

In this way, the energy performance indicator was identified, which affects the elaboration of the energy baseline as a reference before and after implementing the saving measures; One of the measures proposed for this project is the implementation of a photovoltaic system. With the help of the PV * SOL tool, three configurations with different capacities of 34.2, 68.4 and 136.8 kWp were planted, becoming the best long-term alternative and reducing CO2 damage to the environment. The implementation of the proposed changes allows the Plásticos y Brochas Wilson S.A. organization to be in a position to continually improve its energy performance, so that it complies with its established commitments involved in all personnel.

INTRODUCCIÓN

Objetivo General:

- Llevar a cabo una auditoría energética en la fábrica PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A. en el marco de la norma ISO 50001 de Gestión de Energía.

Objetivos Específicos:

- Diagnóstico energético de la planta: Levantamiento de la información del consumo energético analizado mediante planillas eléctricas, el consumo de combustibles (GLP, diésel) y otros potenciales recursos energéticos de residuos (madera, papel y cartón). Mediciones de consumos energéticos y eficiencia de las máquinas, equipos y procesos, identificación del proceso productivo y procesos de calor. Mediciones de parámetros de confort de la planta en iluminación, temperatura de trabajo y calidad del aire. Implementar políticas y procedimientos energéticos e indicadores de desempeño energético aplicados a procesos de mantenimiento, línea de base energética y la realización de un análisis de Pareto.
- Auditoría energética: Análisis de medidas de ahorro y uso eficiente de energía, como el aprovechamiento de residuos energéticos con biomasa, y sistema de generación local con energía fotovoltaica, priorizando las medidas. Listado final de medidas de acuerdo con los criterios aprobados por gerencia, criterios técnicos, administrativos, económicos y ambientales.
- Propuesta de una política energética y conformación de comité de Gestión de Energía.

Descripción del Problema:

La fábrica PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A.; en sus inicios en 1960, nació como un taller artesanal con pocos empleados, ubicado en el garaje de una casa al sur de Quito. Posteriormente el negocio se vio en la necesidad de crecer, por lo que se desplazó a una pequeña fábrica cerca al río Machángara, para luego trasladarse a la

Av. Maldonado y Pujilí, y actualmente a la calle Avellanas y Eloy Alfaro, al Norte de la Capital.

La reconocida marca WILSON, ecuatoriana tiene el liderazgo en la plantación de brochas de alta calidad para todo tipo de necesidad. El consumo eléctrico en la planta durante los últimos años representa un porcentaje significativo de sus costos de producción, por lo que han visto la conveniencia de realizar una Auditoría Energética con el propósito de mejorar los procesos productivos y con ello reducir el consumo energético.

Actualmente la fábrica no dispone de indicadores de desempeño energético sobre los cuales se pueda evaluar o comparar la producción, tampoco se dispone de mediciones en tiempo real del consumo energético, por lo que no pueden tomar acciones correctivas inmediatas.

Es así que se requiere de un Plan de Gestión de Energía como medio de planificación a corto, mediano y largo plazo, lo que facilitará las decisiones para el crecimiento de la planta en el futuro. Este plan creará una cultura de eficiencia energética lo cual implicará la capacitación del personal a fin de que la infraestructura eléctrica y los trabajadores se vean beneficiados.

Alcance:

El trabajo consiste en la evaluación del sistema energético de la planta industrial, identificar los procesos productivos y el consumo energético asociado a cada proceso, identificación de equipos y procesos no eficientes, con propuestas de mejora.

El análisis de identificadores de desempeño energético y la línea base energética servirá como partida para registrar el ahorro que se conseguirá luego de la adopción de las medidas de ahorro propuestas.

Entre las medidas propuestas probables se considerarán las siguientes:

Tabla 1. Medidas propuestas

Categorías	Nombre de la medida
Iluminación	Rediseño sistema de iluminación planta
	Rediseño sistema de iluminación oficinas
	Cambio de luminarias fluorescentes por LED
Fuerza	Cambio de motores por motores de alta eficiencia
	Introducción de variadores de velocidad en los procesos
	Optimización de tiempo de operación de compresores.
Datos	Optimización del UPS
	Optimización de uso de computadores
	Optimización de uso de impresoras
Energías Renovables	Sistema fotovoltaico
	Aprovechamiento de residuos de madera para generación eléctrica mediante sistema de gasificación

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

La adopción final de las medidas y mecanismos de verificación continúa propuestos una vez terminada la auditoría energética a ser realizada en este trabajo, estará a decisión del Comité de Gestión de Energía (conformado internamente en la empresa). Dicho comité deberá elaborar el Plan Anual de Gestión de Energía dentro del Plan Operativo Anual. Todo este procedimiento se enmarcará en la Norma ISO 50001 de Gestión de Energía, quedando a criterio de la empresa decidir si se certifica en la norma o no.

CAPÍTULO I

AUDITORÍA ENERGÉTICA

Una auditoría energética tiene como finalidad la elaboración de un plan de acción, surgido a raíz de un estudio previo de la energía consumida de una edificación o industria, donde se detectará los puntos débiles de pérdida o la forma inadecuada de emplear la energía, se proponen distintas medidas de ahorro que podrían aplicarse para que el consumo energético sea menor y más eficiente en los quipos o procesos.

La auditoría energética tiene como objetivo general analizar las necesidades y problemas energéticos generados en la empresa auditada, integrando a todo el personal, equipos y sistemas que forman parte de la misma, y presentar soluciones de mejora que sean viables técnica y económicamente, además se busca la incorporación de nuevas energías [1], [2].

Para esta idea general, se plantea los siguientes objetivos específicos:

- Cambiar el contrato de la energía eléctrica y del combustible.
- Optimizar los consumos energéticos.
- Reducir las emisiones por unidad de producción.
- Conocer el estado general y los puntos críticos.
- Analizar la posibilidad de emplear energías renovables.

Para la preparación de la auditoría energética, es aconsejable desarrollar un “mapa visual” donde permanezcan reflejadas las distintas etapas a realizar y su secuencia en el proceso como se puede observar en la siguiente Figura 1.

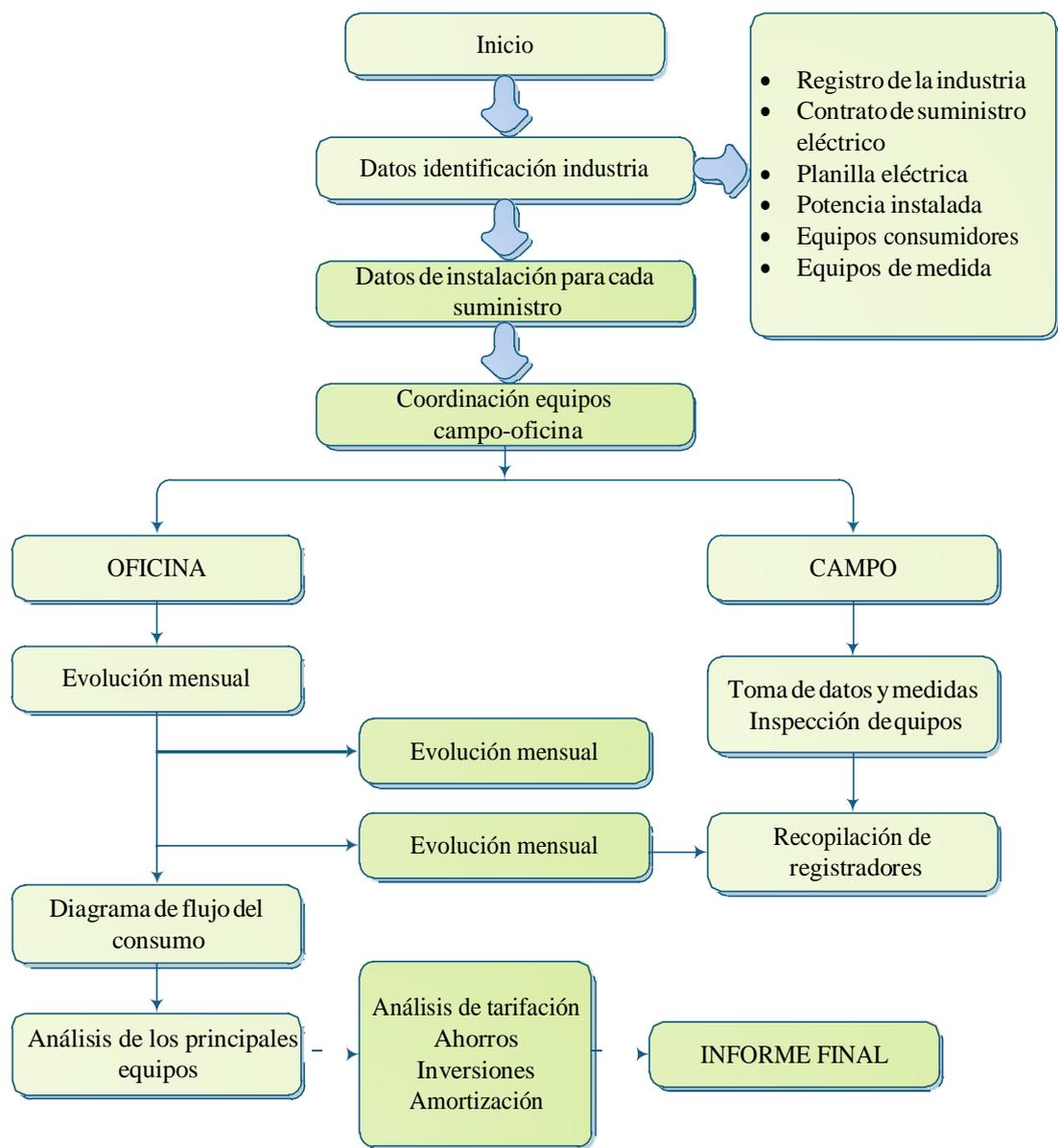


Figura 1. Mapa visual de trabajo en una auditoría energética

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Guía de auditoría energética

1.1 Metodología

Para realizar una auditoría energética, se toman en cuenta tres fases:

- Toma de datos.
- Diagnóstico de las instalaciones.
- Informe técnico económico.

1.1.1. Toma de Datos

Para iniciar el proceso de auditorías como primer punto es importante el levantamiento de datos. Se debe conocer la situación actual y realizar un análisis de todos los datos, incluyendo los siguientes puntos:

- Horarios de trabajo de la planta.
- Diagrama del proceso productivo.
- Características y capacidades de los equipos consumidores de energía.
- Datos históricos de consumo de materias primas.
- Datos históricos de producción.
- Sistema de suministro energético.
- Consumos energéticos, térmicos, eléctricos o de otras características.

Toda esta información se adquirirá de los datos propios de la industria como, facturas de consumo, datos históricos, y catálogos de los suministradores, o también al realizar las medidas directamente de los equipos [3].

Para la obtención de dichos datos, se describirá en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2. Equipos de medida

Parámetro analizado	Equipo de medida	Uso
Eléctricos (intensidad, tensión, factor de potencia...)	Analizador de redes	Conocer la evolución del consumo eléctrico a lo largo del tiempo
Temperatura ambiente	Registrador de temperatura	Conocer la evolución de la temperatura de una estancia a lo largo del tiempo
Temperatura superficial	Cámara termográfica	Identificar donde están las pérdidas de calor
Rendimiento de combustión, cantidad de gases emitidos (CO, CO ₂ , O ₂ ...)	Analizador de gases	Conocer el rendimiento de la combustión en la caldera
Iluminancia	Luxómetro	Medir la iluminación de una estancia
Potencia de un determinado equipo	Pinzas amperimétricas	Para equipos que no conocemos su potencia

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

1.1.2. Diagnóstico de las Instalaciones

Luego de recopilar los datos se procederá a elaborar de un diagnóstico, por medio del cual se detalla la situación actual de la planta en cuanto a consumos y a su vez optimizar los equipos y procesos, analizando posibles ahorros energéticos, dentro de esta idea se especifica los siguientes puntos:

- Cálculo de los balances de materia prima y energía.
- Cálculo de rendimientos y consumos señalados.
- Delineación de los sistemas utilizados, indicando sus características, adecuación para cada tipo de tecnología, consumos propios, pérdidas y rendimientos de los diferentes equipos, procesos e instalaciones.
- Consumo y uso de los servicios, analizando las instalaciones respecto a su nivel óptimo.
- Diagramas de flujo de energía.

1.1.3. Informe Técnico-económico

Después de conocer el consumo y al realizar el balance energético de los distintos equipos, se determinarán los ahorros potenciales de energía, por ejemplo, la revisión de los procesos, ver si es viable la instalación de nuevos equipos y sustituir a los que se están utilizando, el aprovechamiento de calores residuales, adecuar los equipos a las condiciones óptimas de trabajo, etc. De este modo se podrán determinar los ahorros potenciales de energía para cada una de las medidas propuestas, con la información recabada de la energía empleada en cada proceso y teniendo en cuenta un análisis económico de las inversiones se lograr ahorros potenciales para cada medida [4], [5].

Se establece un orden de prioridades para los indicadores de rentabilidad financiera, siendo estos puntos los utilizados para la evaluación de proyectos de eficiencia energética, se encuentran:

- Período simple de retorno de la inversión
- Período de retorno de la inversión
- Valor presente neto
- Tasa interna de retorno

1.1.3.1 Período simple de retorno de la inversión

El período simple de retorno de la inversión (PSRI) o también llamado “Periodo de repago de la inversión”, muestra el período de tiempo que debe transcurrir para que el monto de la inversión se vea recuperado. Una característica principal de este indicador es de no tomar en cuenta que el valor del dinero va cambiando a través del tiempo, por este motivo no considera la tasa de interés del proyecto. Este indicador refleja una primera idea de la rentabilidad del proyecto, se emplea para proyectos de baja inversión, con frecuencia los proyectos son evaluados únicamente con este indicador.

1.1.3.2 Período de retorno de la inversión

De igual manera que el PSRI, el período de retorno de la inversión indica el período de tiempo que ha de transcurrir para que el monto de la inversión se recupere, con la gran deferencia que para este caso si considera una tasa de interés.

1.1.3.3 Valor presente neto

El Valor Presente neto (VPN) es la verdadera ganancia del proyecto, el cual consiste en traer a valor presente de todos los flujos de efectivo que un proyecto recibirá en el futuro excluyendo a la inversión inicial de dicho proyecto.

1.1.3.4 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es un índice de rentabilidad considerablemente aceptado, supone aproximaciones sobre una serie de ingresos y egresos. Es decir, la tasa interna de retorno es una herramienta que analiza si vale la pena invertir y como realizarlo [6].

CAPÍTULO II

MARCO DE LA ISO 50001 DE GESTION ENERGÍA

La Norma ISO 50001 de Sistemas de Gestión de Energía consiste en facilitar a las organizaciones, independientemente de sus procesos, en que área de trabajo se desempeñe o su tamaño propone reducir los consumos de energía, asociado los costos financieros y las emisiones de gases de efecto invernadero. Se basada en el principio “medir para identificar, e identificar para mejorar”, la implantación de un Sistema de Gestión de Energía de acuerdo a la norma ISO 50001 permite ahorrar energía, haciendo que cualquier inversión sea viable y tenga un retorno económico inmediato, con propuestas de una mejora continua [7], [8].

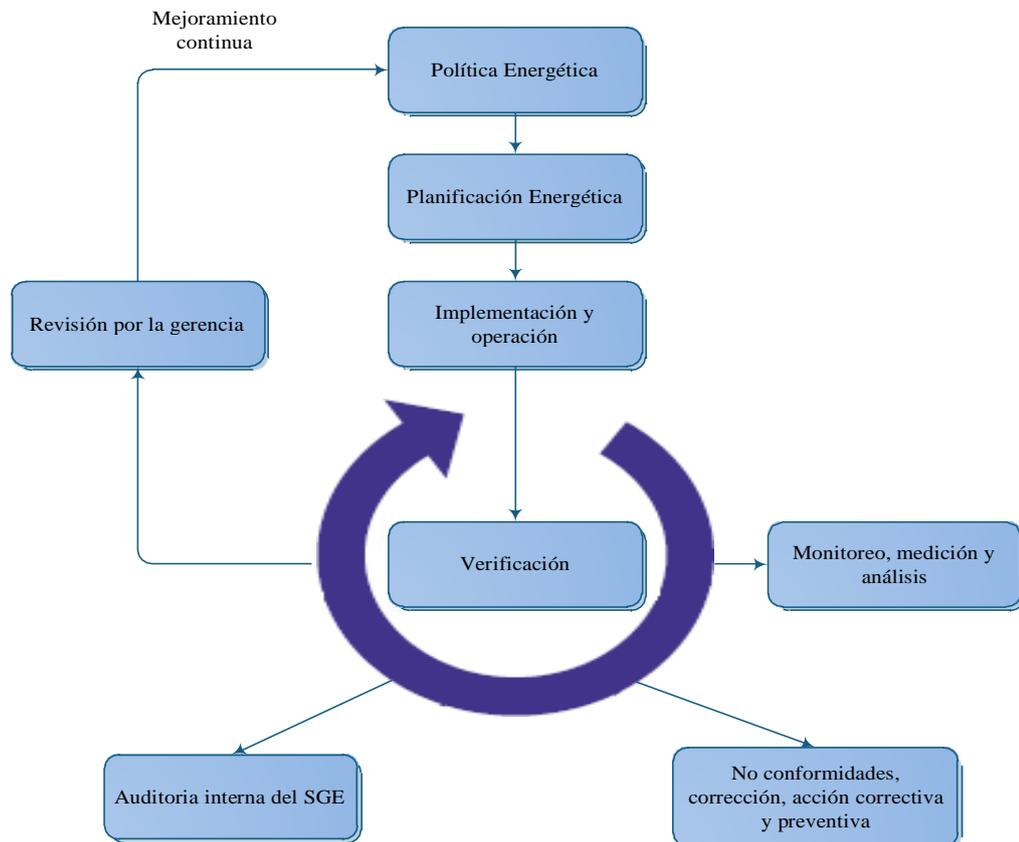


Figura 2. Proceso de Mejora Continua de la ISO 50001
Elaborado por: N. Daniela Simbaña
Fuente: ISO 50001:2011

La Norma ISO 50001 se basa en el concepto de la Mejora Continua que tiene cuatro etapas [7]:

- Planificar: La organización debe llevar a cabo la revisión energética y documentar un proceso de planificación energética, donde se establezca la línea de base, se identifiquen los indicadores de desempeño energético (IDEn), los objetivos, las metas y los planes de acción deben ser coherentes con la política energética y conducir a actividades que logren mejorar de forma continua el desempeño energético.
- Hacer: Implementar los planes de acción de gestión de la energía.
- Verificar: Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinan el desempeño energético en relación a las políticas y objetivos energéticos e informar sobre los resultados.
- Actuar: Tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el SGEN.

A continuación, se muestra un mapa (Figura 3) más desglosado y los requerimientos modulares con las etapas de la norma ISO 50001.

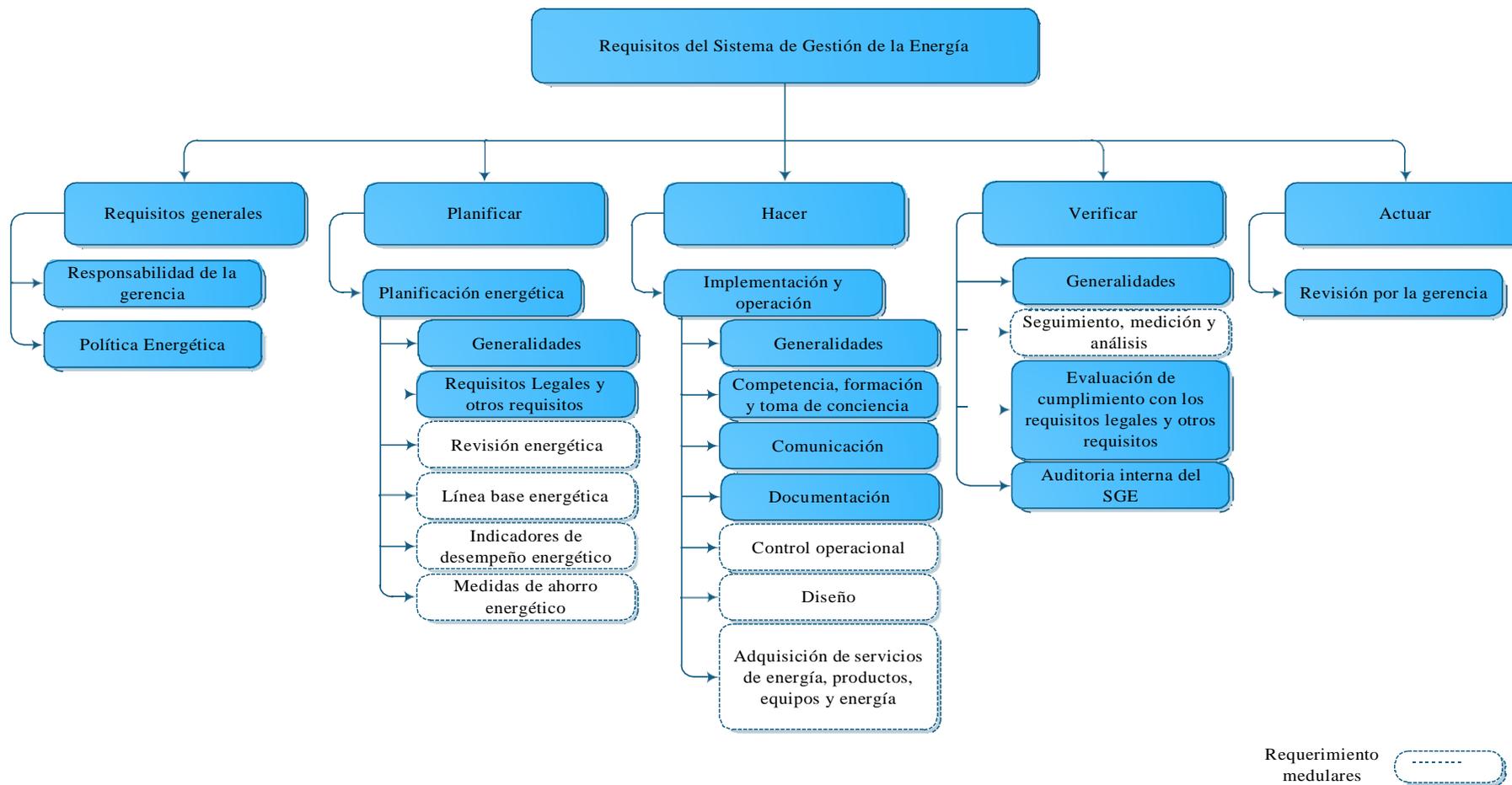


Figura 3. Mapa desglosado de la norma ISO 50001
 Elaborado por: N. Daniela Simbaña,
 Fuente: ISO 50001:2011

2.1 Requisitos Generales

En vista que en estos requisitos se encuentran aspectos unidos a la responsabilidad de la dirección, el representante de la dirección, el equipo de gestión de energía, la política energética todos estos elementos se encuentran ligados a las normas ISO de sistemas de gestión, por lo que tiene gran compatibilidad principalmente con las normas ISO 9001 de sistema de gestión de calidad y la norma ISO 14001 de sistema de gestión ambiental.

2.1.1. Responsabilidades de la Gerencia

2.1.1.1 Alta Gerencia

Al implementar cualquier sistema de gestión, es necesario contar con el compromiso de la alta dirección, se debe considerar a la gestión de la energía como un buen negocio, el cual permite disminuir los costos de la energía, así como lograr el control y reducción del impacto ambiental que originan sus operaciones productivas, con esto no solo se obtienen beneficios económicos sino también una mejora en la imagen corporativa; al igual que cualquier otro recurso, su optimización debe ser acompañada por las siguientes tareas [9]:

- Establecer y revisar periódicamente la Política Energética, los objetivos y metas energéticas.
- Designar un Representante de la Dirección y un Gestor Energético, además de crear un Comité de la Energía.
- Comunicar internamente la importancia de la gestión de la energía en la organización.
- Considerar el desempeño energético en la proyección a largo plazo y asegurar que los Indicadores de Desempeño Energético (IDEns) son los apropiados para su organización.
- Llevar a cabo revisiones por la dirección del SGEN.

2.1.1.2 Representante de la Dirección

Como parte de la responsabilidad de la alta gerencia se debe asignación de un representante de la dirección, el cual debe tener la autoridad suficiente y los recursos necesarios asignados desde la alta gerencia.

La persona asignada debe contar con las habilidades y competencias necesarias para asegurar el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Garantizar el correcto establecimiento, implementación y mantenimiento según los requisitos de la norma.
- Asegurarse de la correcta planificación de las actividades relacionadas con la gestión de la energía con el fin de apoyar la política energética y mejorar el desempeño energético.
- Definir criterios y métodos para asegurar una correcta operación y control del SGEN.
- Informar sobre el desempeño energético y del SGEN a la Alta Dirección.
- Gestionar toda la documentación, de establecer, mantener y mejorar el SGEN, y de definir.
- Comunicar las responsabilidades a las personas que ha identificado como necesarias para apoyar las actividades relacionadas con el SGEN.
- Comunicar y promover la difusión y el conocimiento

2.1.2. Política Energética

La alta dirección debe definir la política energética, ya que constituye la base, la guía para la implementación, operación y mejora de SGEN por esta razón como primer punto se debe revisar las políticas ya existentes en la organización; este debe ser simple y breve, para que sea comprendida por todos los miembros y personal relacionado con la organización, y debe incluir al menos los siguientes compromisos:

- Asegurar la información y los recursos empleado en la organización para alcanzar los objetivos y metas propuestas.

- Cumplir con los requisitos legales y otros requisitos concernientes con la energía.
- Apoyar a la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes, enfocado a la mejora del desempeño energético.
- Lograr la mejora continua del desempeño energético.
- Revisar y establecer objetivos y metas energéticas.

La política energética no debe ser impuesta, sino llegar a un acuerdo por todas las partes involucradas para lograr su compromiso. Se recomienda elaborar un borrador en el cual se podrá modificar, y someterlo a consulta con los directivos idóneos y otras personas relacionadas con la gestión energética, posterior a esto se conforman al documento de política energética que será aprobado y firmado por los directores o gerente general de la organización [10].

2.2 Planeación Energética

El proceso de planificación comienza por conocer en detalle la situación energética de la organización a partir de mediciones, realizar un estudio de todas las actividades y factores que afectan el desempeño energético. Esto implica la posibilidad de identificar problemas u oportunidades de mejora y así establecer los objetos, metas y planes de acción necesarios para resolver dicho problema o para la mejora continua. Esta deberá ser relacionado con la política energética definida previamente y de esta manera conducir a la mejora del desempeño energético continuo, en el siguiente diagrama (Figura 4) se presenta el proceso de planificación [11].

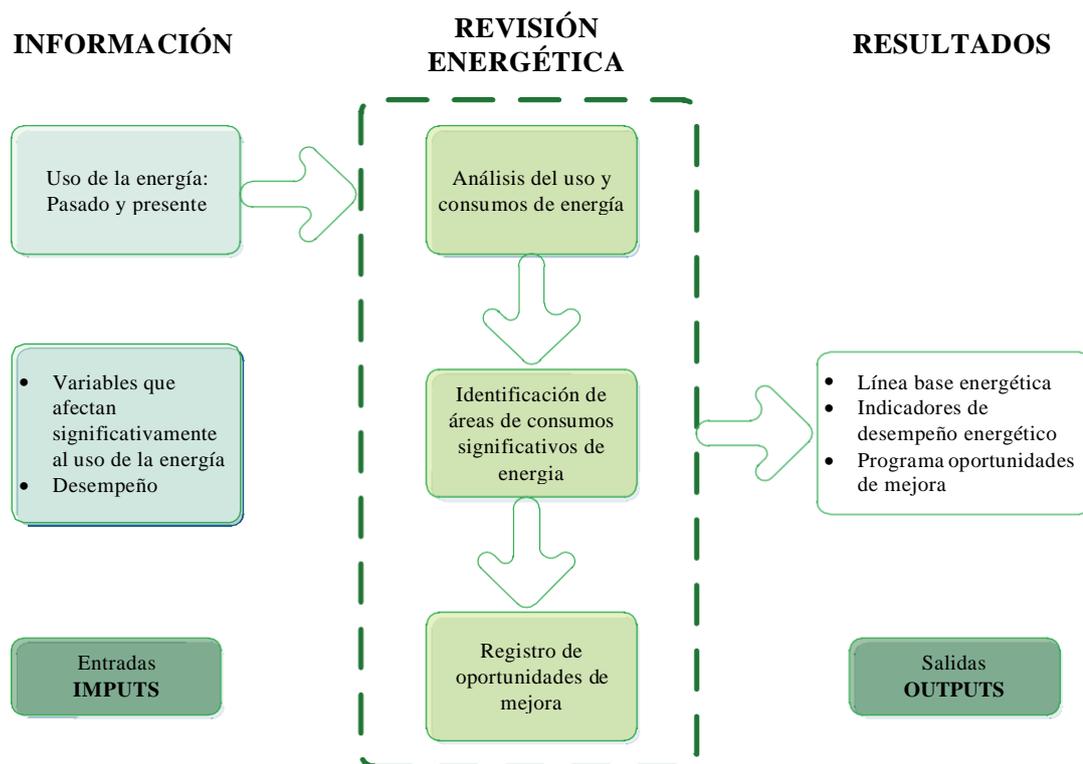


Figura 4. Diagrama conceptual del proceso de planificación energética
 Elaborado por: N. Daniela Simbaña
 Fuente: Agencia Chilena de eficiencia Energética

2.2.1. Requisitos Legales

La organización debe tener acceso y asegurarse que se da cumplimiento a los requerimientos legales esos pueden ser locales, regionales o nacionales y deben ser tomados en cuenta para las actividades en materia energética relacionados con el uso, el consumo y la eficiencia. Los requisitos legales también pueden ser corporativos, señalados desde la dirección de la organización estas pueden ser políticas internas de buenas prácticas de uso y consumo de energía en varias áreas de la misma organización.

Se debe asignar a un responsable la tarea de identificar y determinar el proceso donde se aplica, las acciones de control para su cumplimiento, fechas y los registros para su verificación dentro de la organización. Así mismo los requisitos legales y otros requisitos se deben revisar en periodos definidos [12].

2.2.2. Revisión Energética

La etapa de la revisión energética implica la recolección y el análisis de un conjunto de datos para determinar la situación energética esto quiere decir, qué clase de energía, cuanta energía, dónde y para qué se la utiliza, y qué variables determinan su consumo, cómo valorar el consumo futuro y qué oportunidades de mejora pueden tenerse a través de buenas prácticas, capacitación o proyectos técnicos de la organización y así ofrecer la información necesaria para afrontar las actividades y decisiones de la etapa de planificación. En la Figura 5 se muestra el proceso de la revisión energética.

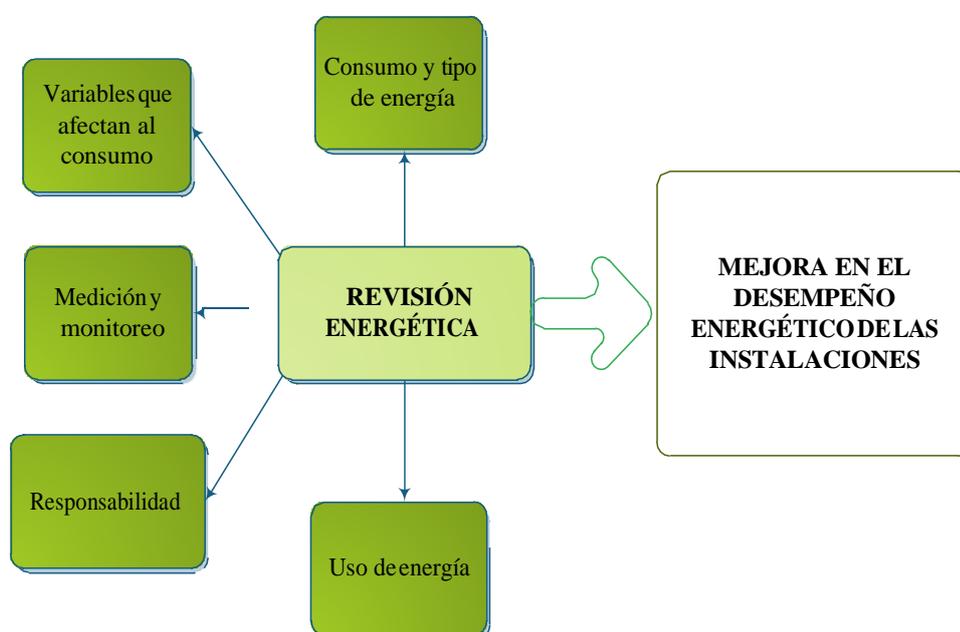


Figura 5. Esquema del proceso de revisión energética en una organización
Elaborado por: N. Daniela Simbaña
Fuente: Agencia Chilena de Eficiencia Energética

La revisión energética comprende los siguientes aspectos a tomar en cuenta:

- Identificar las fuentes de energía utilizadas.
- Analizar el uso y consumo de energía presentes y pasado.
- Estimación de su uso y consumo futuro.
- Identificar los usos significativos de energía.
- Realizar un diagnóstico del comportamiento de los procesos, sistemas, quipos e instalaciones asociadas a sus usos significativos de energía.

- Identificar de las variables más relevantes que afectan los usos significativos de energía
- Identificar y priorizar las oportunidades para la mejora del desempeño energético.

Toda la metodología y los criterios utilizados en este proceso de desarrollar la revisión energética deben estar documentados.

2.2.3. Línea Base Energética

La línea base energética se establece a partir de los resultados de la revisión energética, la cual establece una referencia que nos permite comprobar entre el estado actual de desempeño de la organización y el estado inicial en el que se encontraba antes de la implantación del sistema de gestión energética, los datos de referencia puede ser cualquier valor medible.

La línea de base se debe establecer tomando un periodo reciente de datos confiables, normalmente se toma datos de uno a dos años, verificando que sea una operación estable sin cambios considerables en la organización. Es decir, este periodo debe manifestar la situación típica de su operación para dicha organización. Existe diversas formas de elegir o establecer la línea de base para toda la organización, como sea adapte, por áreas, procesos o por sistemas energéticos en particular, esto depende de los límites que se establezcan [13].

2.2.4. Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)

Comúnmente la eficiencia energética se evalúa a través de los llamados indicadores de desempeño energético (IDE) el cual permiten medir “cuán bien” se utiliza la energía para producir una unidad de producto o prestar un servicio.

Un IDE es un parámetro que indica de qué forma se utiliza y evalúa los consumos energéticos con respecto a una línea base energética comparable. Esto conlleva a un análisis de su comportamiento histórico, de su evolución y tendencias, permitiendo identificar oportunidades de ahorro de energía y proponer proyectos de mejora. Estos índices energéticos son también usados para comparar la forma de utilización de la

energía entre diferentes edificios y entre distintas tecnologías para cubrir un servicio dado, posibilitando establecer metas y generalizar múltiples experiencias adquiridas de cara a mejoras. Una organización puede tener múltiples IDEn's dependiendo de su operación [14].

2.2.5. Medidas de Ahorro Energético (MAE)

Para la implementación de Medidas de Ahorro Energético se las puede realizar con una gran inversión o sin la necesidad de invertir, esta última busca optimizar el nivel de consumo energético en las instalaciones ya existentes, evitando una inversión en nuevos equipos y tecnologías, las medidas de ahorros comienzan por ajustar los usos de energía a las necesidades reales de la instalación, mejorando la operación y mantenimiento.

Para estas medidas se analiza que la instalación alcance niveles mínimos de demanda energética y así obtener los niveles de servicio requeridos, y mediante esto lograr optimizar procesos, sistemas y equipos actuales. Para localizar estas potenciales medidas y calcular los ahorros generados se realizan estudios de ingeniería y simulaciones energéticas en las instalaciones [15].

Alguna de las medidas que se pueden calcular en esta etapa son:

- Modelo que calcule directamente el ahorro.
- En general, las medidas de iluminación son fáciles de modelar y programar (debido a las potencias constantes).

2.3 Implementación y Operación

Los planes de acción y los otros elementos que fueron resultado del proceso de planificación deben ser utilizados por la organización, para realizar la etapa de implementación y operación.

2.3.1. Competencia, Formación y Toma de Conciencia

Se debe asegurar la organización de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, debe ser competente tener una educación, formación, habilidades o experiencia adecuadas, todo esto concerniente con usos significativos de la energía.

La organización tiene la necesidad de formarse con la operación de su SGEN, a su vez todo lo relacionado con el control de sus usos de energía más significativa. La organización debe proporcionar toda la formación necesaria, mantener los registros apropiados para tomar acciones en mejora de estas necesidades [16].

El personal y todas las personas que trabajan en nombre de la organización deben ser conscientes de:

- Saber qué importante es la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGEN.
- Tener claro sus funciones, responsabilidades y autoridades para cumplir con todos los requisitos del SGEN.
- Los beneficios generados al implementar la mejora del desempeño energético.
- El impacto, real o potencial, relacionado con el uso y consumo de la energía; tener claro el rol de actividades y cómo sus actividades y su comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos energéticos y las metas energéticas y las consecuencias que produce el no realizar los procedimientos especificados.

2.3.2. Comunicación

La organización debe comunicar internamente la información concerniente con su desempeño energético y a su vez con el SGEN, la organización debe establecer e implementar un proceso por el cual todo el personal que trabaje para la organización se encuentre informado y capacitado de manera que pueda hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGEN.

Para la información que se deba comunicar externamente se podrá incluir: la política energética, los objetivos y metas energéticas, los proyectos de mejora realizados y en ejecución, las mejoras de desempeño energético, la reducción en el consumo de energía y en el impacto ambiental, la organización puede emplear para ellos los siguientes métodos, en caso que se decida comunicar externamente [14].

- Páginas Web
- Reportes de prensa
- Correo electrónico personal o institucional
- Boletines periódicos (impresos o electrónicos)
- Informes anuales
- Reuniones

Es importante definir el personal a quien ira dirigida la información, para adecuar el medio y el contenido a comunicar en función de los objetivos a lograr. Para el plan de documentar las comunicaciones externas se debe definir lo siguiente puntos:

- A qué audiencia se va a comunicar
- Cuáles son los objetivos de la comunicación
- Contenido de la comunicación
- Quien es la persona responsable de la comunicación
- Los medios de comunicación
- Con que frecuencia se dará la comunicación

2.3.3. Control Operacional

En este punto la organización debe identificar y planificar todas las operaciones y actividades de mantenimiento que estén afines con el uso significativo de la energía y que son coherentes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción, de este modo se debe asegurar que se efectúan bajo las siguientes condiciones especificadas:

- Establecer y fijar los criterios para una operación eficaz y un mantenimiento adecuado de los usos significativos de la energía, su

ausencia llevara a desviaciones significativas y se alejara de un eficaz desempeño energético.

- La operación y mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos, de acuerdo con los criterios operacionales señalados.
- Establecer una comunicación apropiada de los controles operacionales al personal que trabaja en nombre de la organización.

Como punto importante, al momento de planificar ante una situación de emergencia, contingencias o desastres potenciales, a esto se puede incluir la compra de equipos, la organización puede elegir la inclusión del desempeño energético de este modo se determinara la reacción frente a estas situaciones [10], [7, pp. 10-11].

2.3.4. Diseño

Al considerar las oportunidades de mejora del desempeño energético y el control operacional en las organizaciones, lo que incide en el desarrollo de nuevos proyectos, el diseño de nuevas, modificadas o renovadas instalaciones; teniendo en cuenta a los equipos, sistemas y procesos que pueden tener un impacto significativo en su desempeño y uso de la energía.

Los resultados de la evaluación del desempeño energético deben incorporarse, cuando sea apropiado, al diseño, a la especificación y a las actividades de compras de los proyectos adecuados [17, p. 10]. Todos estos criterios deben llevarse documentados e incorporarlos en el proceso de diseño y llevar a cabo la etapa de requisitos y especificaciones.

Para concluir, la etapa de diseño hace referencia a la puesta en marcha, se considera que los equipos y maquinaria arranquen con normalidad, y por ende se operen y se mantengan bajo las especificaciones de uso eficiente de la energía para las que fueron diseñadas, además el personal a cargo de la supervisión, operación y el mantenimiento de dichos equipos deben estar comunicados y comprenden sobre el diseño orientado a la eficiencia energética [8].

2.3.5. Adquisición de Servicios de Energía, Productos, Equipos y Energía

En este punto la organización debe establecer los criterios de eficiencia energética para la adquisición de productos, contratación de servicios y en la compra de energía que perturben a los usuarios significativos USEs, siendo así se debe identificar al mejor proveedor y establecer elementos de comunicación sobre estos requerimientos, con el objetivo de tener en cuenta los temas relacionados con eficiencia y desempeño energético para la compra de un bien o servicio, así como también, se considera al aspecto energético una forma de evaluación y calificarlos o no como proveedores, se establecerán criterios técnicos para evaluar la eficiencia y consumo de los productos adquiridos durante el periodo establecido [8, pp. 66-67].

Un aspecto vital a tener en cuenta en la compra de equipos y maquinaria es el costo del consumo de energía durante el tiempo esperado de vida útil del activo. Un equipo eficiente por ende es más costoso, pero al considerarse el valor de energía en la inversión durante el ciclo de vida, siempre será una buena elección el equipo eficiente.

2.4 Verificación y Revisión.

Al analizar la etapa de verificación se tiene como objetivo, asegurar que se cumplan los requisitos del SGEN todo esto en concordancia con la política energética, que las acciones se desarrollan acorde al plan aprobado y que se alcancen los objetivos y metas de mejora del desempeño energético proyectadas. Todas estas actividades se verán reflejadas en mejora del desempeño y ahorro de energía, los ahorros mencionados no se pueden medir directamente, por lo que se establece mediante una comparación del consumo antes y después del trabajo realizado con el SGEN a través de los IDEn.

Por consiguiente se monitorea y analiza el proceder en todas las características clave que determinan el desempeño energético en la organización y para ello se requiere implementan acciones que corregir desviaciones asociadas al no cumplimiento de los requisitos del SGEN o de las metas específicas con anterioridad, y así evitar futura ocurrencia [18].

2.4.1. Seguimiento, Medición y Análisis

La norma establece que en las organizaciones deben asegurarse que los puntos claves correspondiente a su operación se lleve un seguimiento, se midan y se analicen en intervalos establecidos ya que estos determinan el desempeño energético. Las características clave incluyen:

- Los resultados generados en la revisión energética como los usos significativos de la energía y otros elementos resultantes de la misma.
- Todas las variables que fueron analizadas y se las relaciono con los usos significativos de la energía.
- Los Identificadores de Desempeño Energético.
- La eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y las metas.
- La evaluación del consumo energético real versus el esperado.

Sabiendo que en la etapa de Planificación, como parte de los planes de acción, ya se establecen los métodos mediante los cuales se verificará la mejora del desempeño energético y los resultados de las acciones, ya que este compone la base para la elaboración del plan de mediciones [8]. El plan de medición según la ISO 50001 dependerá de acuerdo al tamaño y complejidad de la organización, sus sistemas, equipos de monitoreo y medición, en cualquier de estos casos se debe incluir las siguientes especificaciones:

- Detalles de los sistemas, procesos y equipos a ser monitoreados
- Con que frecuencia se realiza la medición y recolección de los datos
- Métodos empleados para la medición,
- Descripción del proceso y su respectivo análisis de los datos
- Requerimientos de calibración
- El personal responsable de la medición.

Al establecer las fuentes de datos también se encuentran incluidos los registros de producción, los equipos de medición e investigaciones de fuentes externas, en este último se menciona los datos climatológicos de estaciones meteorológicas. Los equipos de medición que intervienen en este proceso comprenden desde sencillos

instrumentos portátiles, hasta los medidores en línea y sistemas de adquisición de datos en tiempo real; hay que mencionar que algunas mediciones se pueden tomar directamente de los equipos de medición, mientras que otras deben ser calculadas por el responsable. Para todos estos casos es importante garantizar la confiabilidad, precisión y repetitividad de los datos generados, en estos casos se debe utilizar técnicas de filtrado de datos para descartar los datos que reflejan un comportamiento anormal, y que son principalmente desviaciones, error en las mediciones, condiciones anómalas de operación, además es importante destacar que se debe tener una adecuada calibración de los instrumentos de medición.

El analizar los datos obtenidos ya sea por monitoreo y medición, esto posibilita identificar con qué ocurrencia se producen desviaciones claves y cuál son sus características lo que permite determinar el desempeño energético. Para ello se puede utilizar diversas herramientas, tales como gráficos de control, diagramas de dispersión y correlación, gráficos de tendencia. La organización sabe que los elementos fundamentales para el análisis de los datos corresponden a los criterios o niveles de variación, mediante esto se considera las desviaciones como significativas, es decir que si resulta necesario o no realizar dichas acciones. Para determinar las desviaciones significativas existen métodos y criterios, estos son:

- Identificar los valores fuera de los límites en un gráfico de control
- Muestras de tendencia anómalas en un gráfico de control
- Rango de variación porcentual para el valor de un Indicador de Desempeño Energético
- Niveles de variación entre el desempeño energético real y el deseado
- El no cumplimiento de un objetivo o meta
- El no cumplimiento de un nivel de eficiencia establecido

En cuanto a la documentación que se debe llevar en este apartado se lo deja a decisión de la organización o el personal encargado del plan de medición, además la norma establece como requisito fundamental implementar registros de los resultados del seguimiento y medición de los equipos o procesos claves, así mismo para las

calibraciones y otras formas de establecer la exactitud y la repetitividad en las mediciones se llevara una documentación específica para dicha actividad [7] .

2.4.2. Evaluación del Cumplimiento de los Requisitos Legales y de Otros Requisitos

En este apartado la organización debe evaluar el cumplimiento de los requisitos legales y otros relacionados con el uso y consumo de la energía, para todo esto se lo debe realizar en intervalos planificados, es de suma importancia mantener registrado las evaluaciones de cumplimiento.

2.4.3. Realización de Auditorías Internas del SGE.

Para asegurarse que el SGE cumpla con algunas especificaciones, la organización debe llevar a cabo auditorías internas en periodos planificados; las especificaciones a cumplir serian, planificar disposiciones para la gestión de la energía, que incluyan los requisitos de esta norma Internacional; además se debe cumplir con los objetivos y metas energéticas antes establecidas y por último implementar, un mantenimiento eficaz, y por ende se lograr mejorar el desempeño energético.

Se debe desarrollar un plan y establecer un cronograma para cada auditoría realizada, se prioriza el estado, la importancia de los procesos y las áreas hacer auditadas, además se considera los resultados de auditorías previas. Para la selección de los auditores se debe asegurar la objetividad e imparcialidad al realizar los procesos de auditoría. Asimismo se debe mantener informados a la alta dirección de los resultados de las auditorías [19, p. 52].

2.5 Revisión por la Dirección

La alta dirección debe revisar el Sistema de Gestión Energética establecidos con anterioridad por la organización, la misma se organizó en intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuada selección y eficacia continua. Para llevar a cabo este punto se debe llevar una correcta documentación y mantener registrado las revisiones realizadas por la alta dirección [17, p. 14].

CAPÍTULO III

AUDITORÍA ENERGÉTICA PLANTA DE PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A.

3.1 Descripción General de las Instalaciones

3.1.1. Historia y Crecimiento

En sus inicios en 1960, nació como un taller artesanal con pocos empleados, ubicado en el garaje de una casa al sur de Quito. Posteriormente el negocio se vio en la necesidad de crecer, por lo que se desplazó a una pequeña fábrica cerca al río Machángara, para luego trasladarse a la Av. Maldonado y Pujilí, y actualmente a la calle Avellanas y Eloy Alfaro, al Norte de la Capital. La reconocida marca WILSON, ecuatoriana tiene el liderazgo en la plantación de brochas, plásticos y productos de limpieza de alta calidad para todo tipo de necesidad.

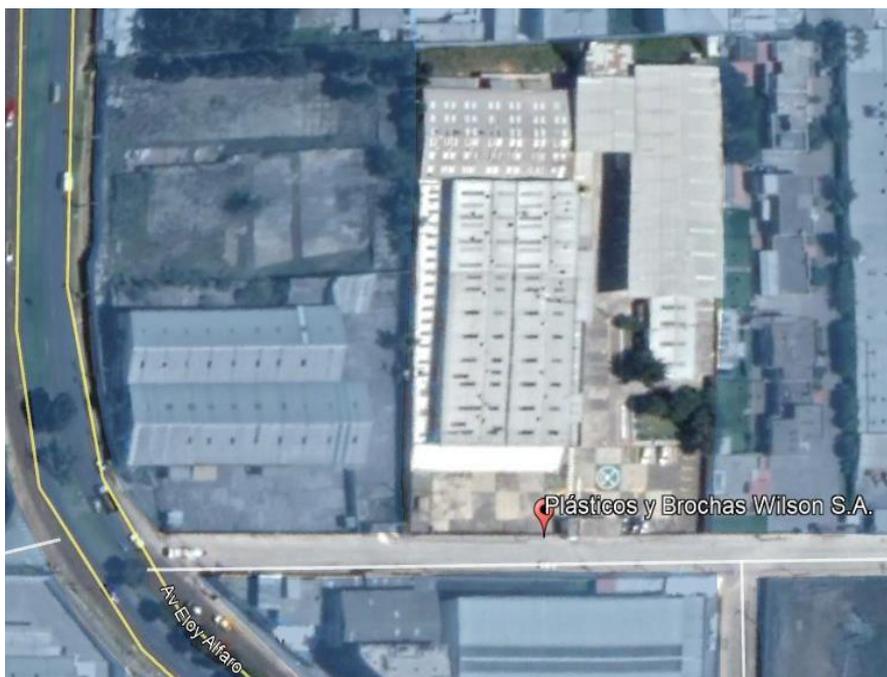


Figura 6. Ubicación Geográfica
Elaborado por: Propia-Google Earth

3.1.2. Organigrama Estructural

El organigrama de la empresa representa las tareas llevadas a cabo por cada empleado de la organización, se observa en la Figura 7.

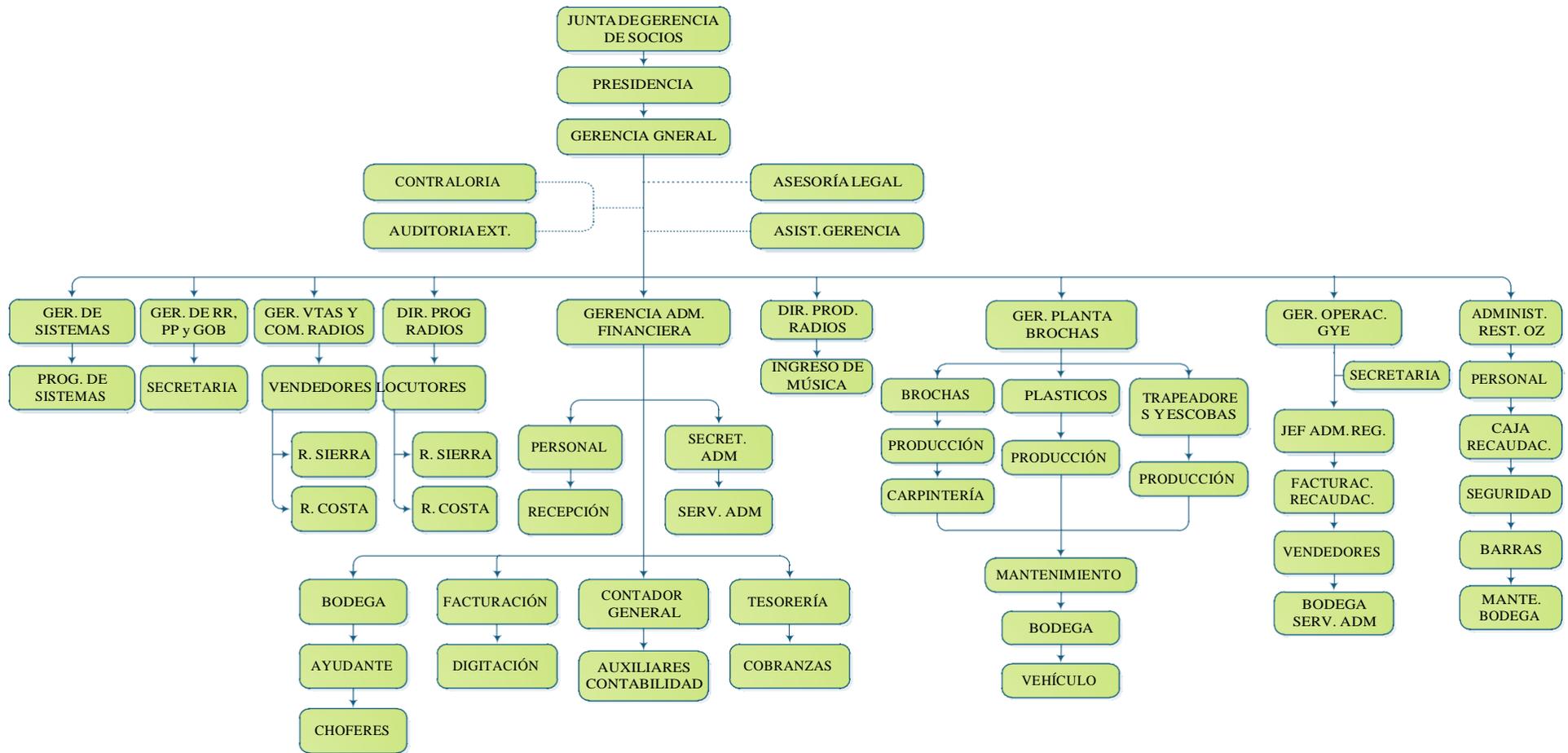


Figura 7. Organigrama de la fábrica de Plásticos y Brochas Wilson S.A.
 Elaborado por: N. Daniela Simbaña
 Fuente: Plásticos y Brochas Wilson S.A.

3.1.3. Diagrama de los Procesos

Un diagrama de procesos se define como estratégicos y de apoyo; en la Figura 8 se identifican los siguientes procesos productivos y sus respectivo sub-procesos para la elaboración de brochas.

- **Carpintería:** Se define como el proceso encargado de transformar la madera a su beneficio. En este proceso, se establecen diferentes sub-procesos tales como: la preparación de madera, la elaboración de mangos y realizar los acabados.
- **Elaboración de Cabezas:** En este proceso interviene la hojalata y las cerdas, estas son ensamblados en la cabeza de la brocha, y tiene los siguientes sub-procesos: preparación de la hojalata, preparación de las cerdas, realizar vulcanizado y armado.
- **Pintado:** Este proceso es simple se basa en poner pintura a los mangos que lo necesiten.
- **Logística:** Se establece a todas las actividades que ayudan a la provisión de materia prima y el despacho del producto terminado, sus sub-procesos son: la adquisición de insumos, almacenar materia prima, almacenar producto semielaborado y terminados y para finalizar realizar el despacho.

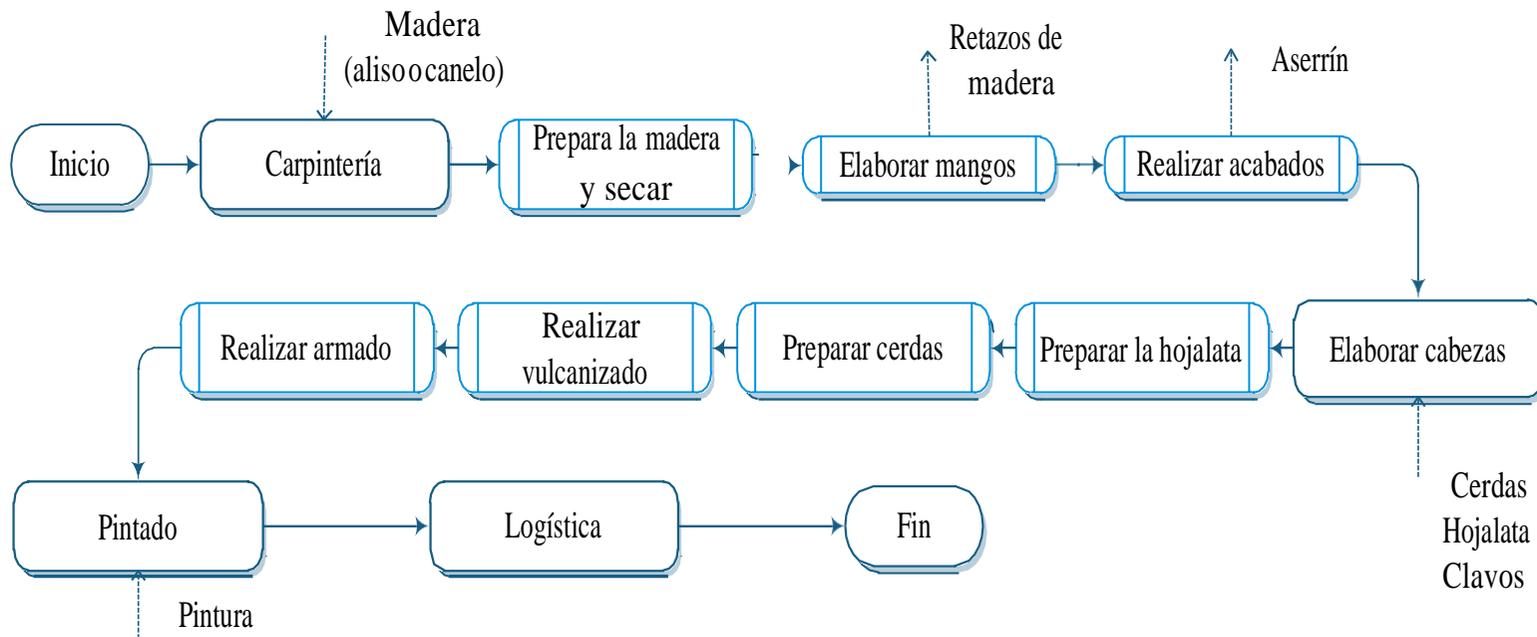


Figura 8. Organigrama de brochas para la fábrica de Plásticos y Brochas Wilson S.A.
 Elaborado por: N. Daniela Simbaña
 Fuente: Plásticos y Brochas Wilson S.A

Del mismo modo se ha realizado un diagrama de procesos para el área de plásticos, en la Figura 9 se puede observar el diagrama.

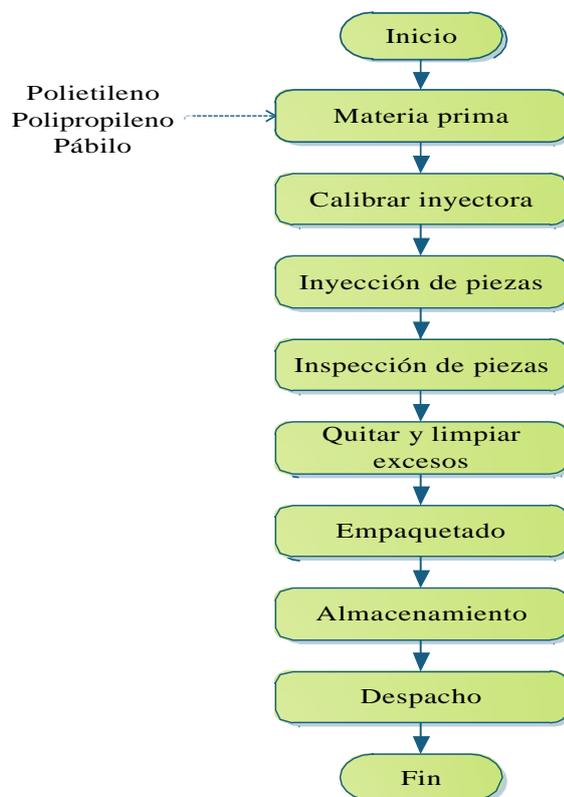


Figura 9. Organigrama de plásticos para la fábrica de Plásticos y Brochas Wilson S.A.
 Elaborado por: N. Daniela Simbaña
 Fuente: Plásticos y Brochas Wilson S.A.

3.1.4. Productos que se Fabrican en la Planta

En la Tabla 3 se da a conocer las diferentes brochas plantadas y sus respectivas medidas; el tiempo empleado en la plantación de cada pieza varía según el tipo de brochas.

Tabla 3. Tipo de brochas con sus medidas

Tipo de brochas	Medida
Premier	1", 2", 2 1/2", 3", 4", 5" y 6"
Multiuso	1", 2", 2 1/2", 3", 4", 5" y 6"
Hogar	1", 2", 2 1/2", 3" y 4"
Futura	1", 2", 2 1/2", 3", 4", 5" y 6"
Prima	1", 2", 2 1/2", 3" y 4"
Angular	2"

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Catálogo Web, Plásticos y Brochas Wilson S.A.

En la Tabla 4 y 5 se muestra los tipos de escobas y trapeadores respectivamente, con sus dimensiones, de igual forma el tiempo de elaborar este producto depende del tipo y sus dimensiones.

Tabla 4. Tipo de escobas y sus dimensiones

Tipo de escobas	Dimisiones (m)		
	Largo	Ancho	Alto
Pisos delicados	29	6	13
Interiores	35	5	13
Exteriores	35	5	13
Multiusos	35	5	13
Edición limitada	35	5	13

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Catálogo Web, Plásticos y Brochas Wilson S.A.

Tabla 5. Tipo de trapeadores y sus dimensiones

Tipo de trapeadores	Dimensiones (cm)	
	Largo de la fibra	Espesor de la trenza
Grandote	28	0.5
Jumbo	32	0.5
Ultra jumbo	34	0.5
Superfibra	23	1
Microfibra	23	0.5
Fibramágica	34	0.5
Industrial	28	4

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Catálogo Web, Plásticos y Brochas Wilson S.A.

Existen varias gamas de colores y formas de canecas, para ser utilizadas en la industria, construcción, farmacéutica y en el área alimenticia, los tipos de canecas se muestran en la Tabla 6. Existe otra clase de productos que se observan en la Tabla 7.

Tabla 6. Tipo de canecas con sus medidas

Tipo de caneca	Medidas
Kit galón	3785 cc
Kit Mini Caneca	3 gal
Kit Caneca	5 gal

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Catálogo Web, Plásticos y Brochas Wilson S.A.

Tabla 7. Productos varios

Otros	Medidas
Kit envase con tapa	1 lt
Espátula	4", 3" y 2"
Mangos de escoba o trapeador	120 y 75 cm

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Catálogo Web, Plásticos y Brochas Wilson S.A.

En la sección hogar se tiene variedad de productos, los cuales están detallados en la Tabla 8 con sus respectivas medidas.

Tabla 8. Productos área hogar

Tipo	Medida
Balde con pico	16 lt
Balde con pico	9.2 lt
Balde escurre fácil	16 lt
Balde con relieve decorativo	6 lt
Tina redonda	20.5 lt
Tina rectangular	12 lt
Cestos cuadrados mediano	14 lt
Cestos de basura pequeño	5 lt
Cestos redondo grande	22 lt
Cestos rectangular mediano	38x27x15
Cestos rectangular grande	45x32x18
Cestos cuadrado	44x44x27
Canasta apilable	40.5x33x22
Recogedor con mango vertical	75 cm
Recogedor premium	-
Recogedor con escobilla	-

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Catálogo Web, Plásticos y Brochas Wilson S.A.

Existen una variedad de cepillos dependiendo el uso a dar, en la Tabla 9 se da a conocer el producto y su dimensión.

Tabla 9. Tipo de cepillos con sus dimensiones

Tipo de cepillo	Dimensiones		
	Largo	Ancho	Alto
Lustra zapatos y artículos de cuero	14.5	6	5
Ropa	14	6	4.5
Cocina	14	6	4.5
Ultra duro	14	6	4.5
Exteriores	29	5.2	8
Construcción	29	5.2	8
De mano / trabajo	34.5	4.5	10.5
Lava autos	35.5	5.5	13
Limpieza inodoros	43	12	-

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Catálogo Web, Plásticos y Brochas Wilson S.A.

3.1.5. Memoria Descriptiva de la Instalación

La planta cuenta con las siguientes áreas principales, las cuales serán llamadas bloques en la Figura 10 y 11, se detalla que áreas de trabajo están asociadas a las mismas.

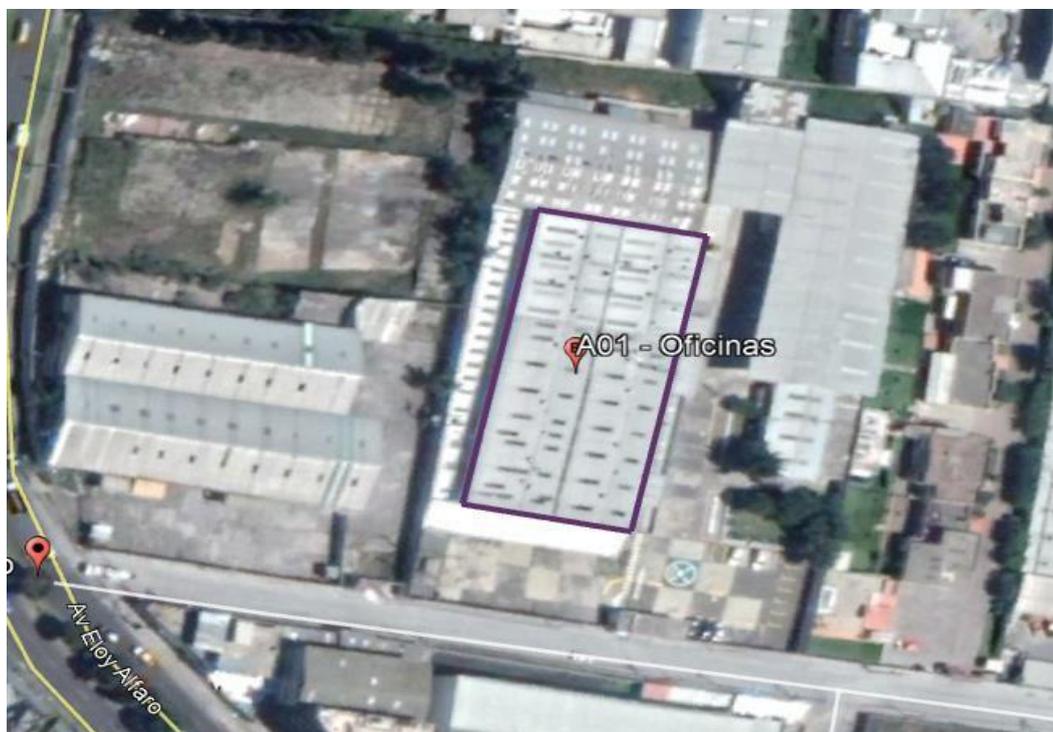


Figura 10. Bloque correspondiente a las oficinas, Planta Plásticos y Brochas Wilson
Elaborado por: Propia-Google Earth

Las oficinas, correspondientes al bloque A01 como se muestra en la Figura 10, está situada en la planta superior de los bloques B01 y B03, dentro de este bloque se hallan las siguientes áreas:

- Oficina de gerencia
- Bodega de archivos
- Área de trabajo abierta
- Bodega de sistemas
- Archivos de tesorería
- Contraloría
- Bodega de activos
- Sala de reunión
- Recursos humanos entre otros.



Figura 11. Distribución de los diferentes bloques, Planta Plásticos y Brochas Wilson
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En la Figura 11 se muestra los diferentes bloques correspondientes a la planta baja, a continuación, se detalla la función que cumplen.

- Bloque B01: Este bloque se encuentra en la parte inferior del bloque A01, donde se ubican las siguientes áreas, bodega de productos terminados brochas y escobas, bodega de materia prima para las brochas y escobas.
- Bloque B02: Está formado por el área del comedor y cocina, junto a este se encuentra la producción de radios, las oficinas para el personal encargado de la línea producción y el taller mecánico, finalmente en este bloque se encuentran los baños, duchas y vestuarios.
- Bloque B03: Este bloque está destinado a las líneas de producción donde se encuentra la maquinaria dirigidas a las diferentes actividades como la plantación de brochas, trapeadores y escobas.
- Bloque B04: Zona de carpintería, donde se ubica la maquinaria para cortar la madera en cuadrados, triángulos, torneado de tupis, lijado plano y curvo, perforado y biselado.
- Bloque B05: Está destinado para el almacenaje y control de calidad del producto terminado, como canastas y baldes de plástico, además se encuentra la maquinaria para la elaboración de dichos productos.
- Bloque B06: En este bloque se ubican el horno de secado.
- Bloque B07: El área está compuesta por un galpón donde se realiza la recepción y almacenaje de tablas cortadas para secarlas al aire libre, en la parte trasera se encuentra un área destinada para el almacenaje de GLP y la zona de montacargas.

- Bloque B08: Destinado para el taller Eléctrico y junto a este se encuentra el área de trozado de madera.
- Bloque B09: A este bloque se le ha dispuesto la portería, patio de maniobras, zona de vehículos de carga pesada y el área del generador.
- Bloque B10: Pertenece al jardín y parqueadero.
- Bloque B11: En este bloque se encuentra la bodega de hojalata y cerdas, vibradora y el área de pintura para los mangos de las brochas.

El reparto desglosado de la superficie de parcela y construida según cada bloque individual se encuentra detallada en la Tabla 10, además se encuentra los perímetros y alturas correspondientes a cada bloque.

Tabla 10. Distribución de la superficie de los bloques

Bloques	Superficie Parcela (m2)	Superficie Construida (m2)	Perímetro	Con entreplanta
A01	2329	2329	205	SI
B01	1479	1479	155	-
B02	314	314	102	-
B03	823	823	166	-
B04	729	510	92	-
B05	659	433	83,5	-
B06	459	314	71	-
B07	1934	1489	171	-
B08	373	341	77,5	-
B09	963	-	-	-
B10	1743	-	-	-
B11	506	506	149	-

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Las instalaciones se ubican en una parcela total de 9982 m² de superficie total, de las que 6209 m² son superficies construidas y el resto está dedicado al parqueadero público, garita y otros servicios auxiliares.

3.1.6. Materia Prima.

La materia prima utilizada en cada proceso de producción correspondiente a plásticos y brochas se detalla en la siguiente Tabla 11:

Tabla 11. Materia prima

Proceso	Materia prima
Brochas	Cerdas
	Hojalata
	Madera (aliso o canelo)
	Clavos
	Pintura
Plásticos	Polietileno
	Polipropileno
	Pábilo
Escobas y Trapeadores	Fibra sintética, varios colores

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Plásticos y Brochas Wilson S.A.

3.2 Maquinaria.

La maquinaria utilizada para cada proceso de producción en la fábrica se encuentra especificada en el Anexo 1.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

4.1 Recopilación de la Información

4.1.1. Visita a las Instalaciones

La primera actividad de la Auditoría Energética que corresponde a la visita a las instalaciones se realizó el miércoles 20 de noviembre del 2019. Durante la visita se pudo conocer en detalle las condiciones de las edificaciones tanto de las oficinas como el área de producción y la información que se podría tener a disposición.

4.1.2. Formatos para Registro de la Información

Se trabajó con formularios de registro de información y levantamiento de datos para auditorías energética basados del Manual de Eficiencia Energética Para Industrias, los cuales se especifican de la siguiente manera:

- Formulario N°1 (Datos Generales): Contiene la información general de las autoridades, de la institución y de los usos de las diferentes edificaciones. (Ver Anexo 2)
- Formulario N°2 (Datos de Producción): Contiene la información del personal, normas y estándares certificados y que tipo de productos se plantan.
- Formulario N°3 (Consumos de Electricidad): Contiene los datos históricos de consumo de electricidad, tarifa, información desde MT, del transformador a los tableros y subtableros, grupos electrógenos, capacitores, malla a tierra, otros. (Ver Anexo 3)
- Formulario N°4 (Medición en Tablero de Distribución Principal): Contiene datos de tensión, corriente, e información de los tableros y sus protecciones. (Ver Anexo 4)

- Formulario N°5 (Medición en Subtableros): De igual manera, este formulario contiene datos de voltaje, corriente, e información de los subtableros y sus protecciones. (Ver Anexo 5)
- Formulario N°6 (Procesos de Plantación): Identificación de que maquinaria ingresa en cada proceso. (Ver Anexo 1)
- Formulario N°7 (Cargas Eléctricas): Contiene toda la información de la carga instalada y demanda, de los equipos que proporcionan los diferentes servicios en iluminación, fuerza, datos, comunicaciones y otros. (Ver Anexo 6)
- Formulario N°8 (Datos Térmico): Contiene datos de tipo de combustible, emisiones y consumo de agua.

4.1.3. Información Disponible

No se ha recibido información sobre las instalaciones de la fábrica tampoco datos con respecto al Formulario N°2, por esta razón se utilizó el Estado de Situación Financiera correspondiente al 31 de diciembre del 2019. Para el formulario N°8 del cual tampoco se obtuvo la información, solo se analizará el consumo eléctrico y no de combustible ni de agua.

Adicional a esto, en la planta se encuentra instalados medidores de consumo eléctrico para maquinaria específica. Se solicitó descargas de los datos de perfil de carga de los medidores instalados, pero estos no han sido programados para esta función, lo que hubiera servido para contrastar la medición efectuada en sitio con respecto al analizador de redes instalado.

4.2 Consumos Energéticos

4.2.1. Electricidad

La energía eléctrica consumida por las instalaciones de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A, proviene de la red eléctrica local, generada a través de los sistemas pertenecientes a EEQ subestación 18 Cristianía, cuenta con una tarifa dictada por el ARCONEL de Medio Voltaje (MV) con demanda horaria diferencial.

En la Tabla 12 se detalla la evolución del consumo de los últimos dos años, el consumo anual de energía eléctrica correspondiente al año 2018 fue de 582.116,41 kWh y para el año 2019 fue de 593.406,43 kWh.

Tabla 12. Consumo anual de energía eléctrica durante los últimos 2 años

Meses	2018		2019	
	Consumo de energía eléctrica (kWh)	Costo de energía eléctrica (USD)	Consumo de energía eléctrica (kWh)	Costo de energía eléctrica (USD)
Enero	30940,42	3024,74	48357,89	5015,31
Febrero	32794,68	3206,02	55835,55	5811,85
Marzo	35698,11	3489,86	56782,58	5790,54
Abril	35483,60	3468,89	46490,67	4779,7
Mayo	46048,35	4501,70	51695,6	5377,09
Junio	51954,99	5079,13	58246,45	5788,65
Julio	51147,38	5000,18	52540,74	5878,97
Agosto	56054,20	5479,87	50437,73	5261,12
Septiembre	52611,58	5143,32	51716,42	5344,38
Octubre	61481,22	6010,42	48738,2	5083,03
Noviembre	67622,99	6725,01	32065,28	3587,9
Diciembre	60278,88	6081,20	40499,32	4368,23
Total	582116,41	\$ 57.210,34	593.406,43	\$ 62.086,77

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Planilla 2019-2018

De acuerdo a la planilla entregada por la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A., facturadora desde el mes 02/10/2019 hasta 01/11/2019, correspondientes al mes de noviembre tiene un consumo de 32.065,28 kWh/mes por el cual cancelan un valor de USD 3.587,90 incluyendo el consumo eléctrico mensual propio de la fábrica,

alumbrado público y recaudación a terceros, dando un promedio del costo de electricidad de 0,112 USD/kWh.

De la información recabada, el consumo máximo en (kWh) es mayor en el mes de noviembre y la mínima se da en los meses de enero y diciembre, que son los meses correspondientes a las vacaciones anuales y su carga total es baja, en la siguiente Figura 12 se observa el consumo correspondiente al año 2018 y 2019.

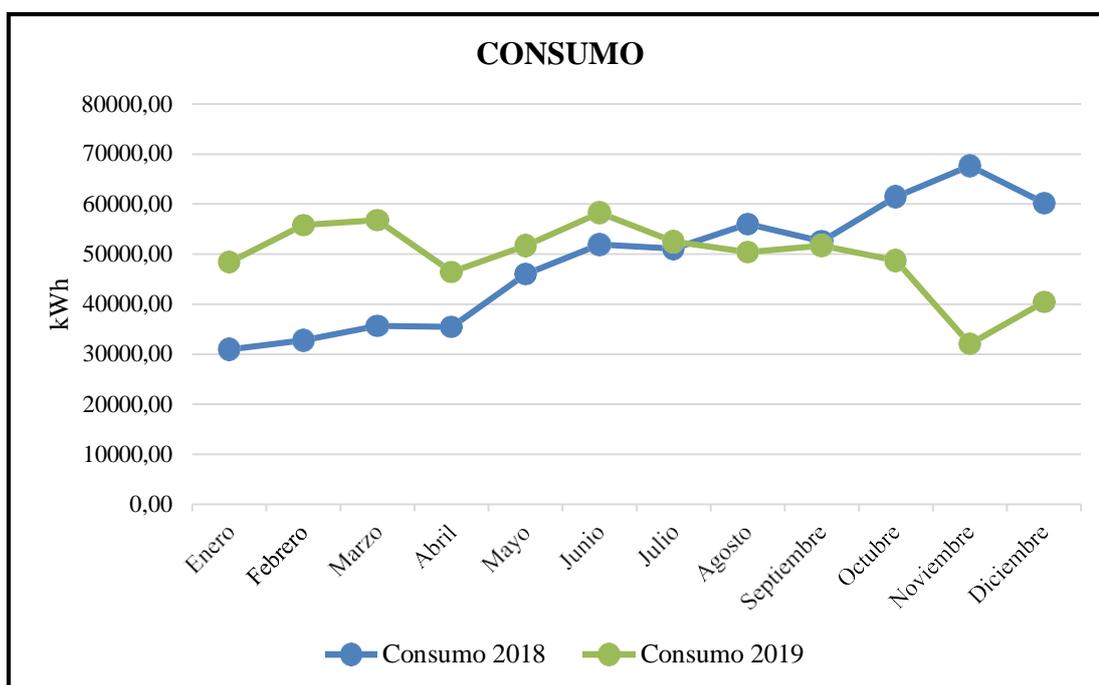


Figura 12. Consumo de energía Fábrica de Plásticos y Brochas Wilson
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

De manera que, la demanda facturada mensual corresponde a la máxima demanda registrada en el mes, este dato es dado por el medidor de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A.; la cual establece que no puede ser inferior al 60% del valor de la máxima demanda de los últimos meses a esto se incluye el mes de facturación. En la Figura 13 se observa la demanda máxima para el año 2018 y 2019.

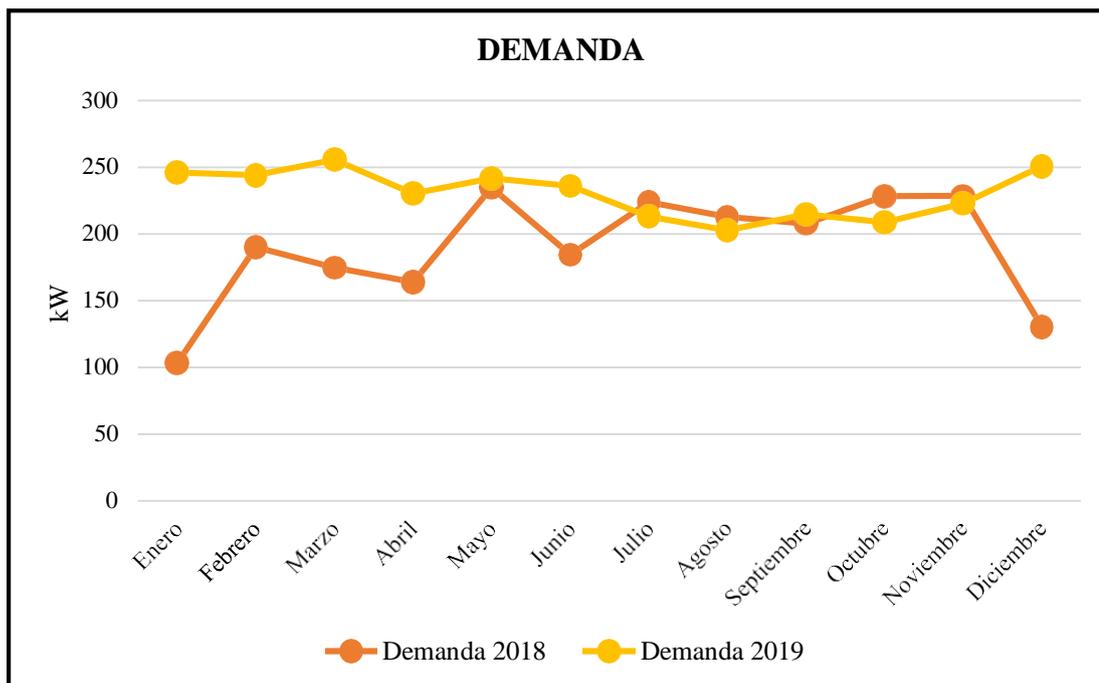


Figura 13. Demanda máxima Fábrica de Plásticos y Brochas Wilson
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

4.3 Consumos Significativos

A continuación, se identifican los principales equipos consumidores de energía en la planta.

4.3.1. Inyectoras de Plástico

Para cada proceso existe maquinaria con un uso significativo de consumo de potencia eléctrica, en la Tabla 13 se observa las inyectoras, destinadas a la elaboración de diferentes piezas de plásticos.

Tabla 13. Especificaciones técnicas, inyectoras

Máquina	Marca	Modelo	Tensión Nominal (V)	Potencia Nominal (kW)
Inyectora N.1 y N.2	TIANJIAN	PL3600J	480	61,85
Inyectora N.2	LANSON	GM2-LS260S	415	42
Inyectora N.3	PLASTAR 500	-	-	-
Inyectora N.4	LANSON	GM2-LS260S	460	41,5

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

4.3.2. Producción de Aire Comprimido (Compresores)

Teniendo en cuenta que la planta se dedica al proceso de elaboración plásticos es esencial poseer compresores, dicho esto la instalación dispone de dos compresores marca Eaton Compressor con una potencia de 75 y 50 HP en la Tabla 14 se encuentra especificado sus datos técnicos.

Tabla 14. Especificaciones técnicas, compresores

Marca	Modelo	Tensión Nominal (V)	Potencia Nominal (HP)
Eaton Compressor	EC-SRW3-75HP-DV	208V-230V / 4600V-480V	75
Eaton Compressor	EC-SRW3-50HP-DV	230V / 460V	50

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En la Figura 14 se observa el compresor de 75 HP, estos compresores están ubicados en el bloque B03 correspondiente al área de producción.



Figura 14. Compresor marca Eaton
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

4.3.3. Cámara de Secado

Al área donde se lleva a cabo el secado es conocida o también llamada hornos o cámaras de secado, esta ofrece climas artificiales y puede ser graduada a climas más cálidos y secos; a cada clima o etapa del secado se le asigna un tiempo especificado, según sea el tipo y dimensión de la madera, además cuenta con ventiladores que cumplen la función de recircular el aire a través de la madera, también se puede observar que posee elementos de calefacción, humidificación y control, este cual

cumple la función de registrar las condiciones ambientales, tales como la humedad relativa del aire, la temperatura y la humedad residual de la madera [20].



Figura 15. Cámara de secado
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

La instalación de la cámara de secado cuenta con 12 motores de 7 HP para los ventiladores, 6 drivers, una bomba de presión de agua, dos calderos automáticos a gas y para el área de control se cuenta con PLCs donde se puede visualizar unidades de temperatura y la humedad.



Figura 16. Panel de control para el área del secado de madera
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

4.3.4. Iluminación y Alumbrado

Según la distribución de la fábrica se realizó el análisis y levantamiento de los datos de iluminación.

4.3.4.1 Oficinas

El área de las oficinas se encuentra en la planta superior del bloque B01 y B03, tiene ingreso de luz natural través de ventanas y tragaluces ubicados en el techo, pero en ciertas áreas como las bodegas y baños es necesario la iluminación artificial. (Ver Anexo7)

La distribución de lámparas y luminarias de las instalaciones se encuentra detallada en la Tabla 15, al igual que sus potencias y tipo de lámparas.

Tabla 15. Distribución de lámparas y luminarias en las oficinas

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Oficina de Gerencia	7 pantallas x 4 f x 36W	1008	Fluorescentes
Oficina	6 pantallas x 4 f x 36W	864	Fluorescentes
Área de trabajo 1	24 pantallas x 4 f x 36W	3456	Fluorescentes
Área de trabajo 2	30 pantallas x 4 f x 36W	4320	Fluorescentes
Bodega 1	6 pantallas x 4 f x 36W	864	Fluorescentes
Bodega 2	7 pantallas x 4 f x 36W	1008	Fluorescentes
Archivos 1	1 pantallas x 4 f x 36W	144	Fluorescentes
Archivos 2	6 pantallas x 4 f x 36W	864	Fluorescentes
Bodega	4 pantallas x 4 f x 36W	576	Fluorescentes
Oficina	7 pantallas x 4 f x 36W	1008	Fluorescentes
Bodega sistemas	5 pantallas x 4 f x 36W	720	Fluorescentes
Archivos tesorería	10 pantallas x 4 f x 36W	1440	Fluorescentes
Bodega	6 pantallas x 4 f x 36W	864	Fluorescentes
Venta de plásticos	4 pantallas x 4 f x 36W	576	Fluorescentes
Contraloría	17 pantallas x 4 f x 36W	2448	Fluorescentes
Activos	5 pantallas x 4 f x 36W	720	Fluorescentes
Cuarto de red	7 pantallas x 4 f x 36W	1008	Fluorescentes
Oficina abierta 1	11 pantallas x 4 f x 36W	1584	Fluorescentes
Oficina abierta 2	13 pantallas x 4 f x 36W	1872	Fluorescentes
Oficina abierta 3	23 pantallas x 4 f x 36W	3312	Fluorescentes
Sala	10 pantallas x 2 f x 36W	720	Fluorescentes
Área 1 de exhibición pro.	5 pantallas x 4 f x 36W	720	Fluorescentes
Área 2 de exhibición pro.	3 pantallas x 5 f x 36W	540	Fluorescentes
Bienes raíces	4 pantallas x 4 f x 36W	576	Fluorescentes
Sala de estar	1 pantallas x 4 f x 36W	144	Fluorescentes
Salida	3 pantallas x 2 f x 36W	216	Fluorescentes
Sala de reunión	4 pantallas x 4 f x 36W	576	Fluorescentes
Baño de mujeres	3 pantallas x 2 f x 36W	216	Fluorescentes
Baño de hombres	2 pantallas x 2 f x 36W	144	Fluorescentes
Oficina contador	4 pantallas x 2 f x 36W	288	Fluorescentes
Recursos Humanos	4 pantallas x 4 f x 36W	576	Fluorescentes

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

4.3.4.2 Planta de Trabajo

En estos bloques están ubicados el área de producción y se lo relacionado a la planta de trabajo, la mayoría son espacios con tragaluces y abiertos lo que permite la luz natural reduciendo el consumo de electricidad; de igual manera en el Anexo 8 se observa la distribución estructural correspondiente al bloque A01. En la siguiente Tabla 16 se encuentra detalla las potencias y tipo de lámparas.

Tabla 16. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B01

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Bodega hojalata y cerdas	8p. x 4 f x 36W	1152	Fluorescentes
Bodega materia prima	24 x 58W	1392	Led
	32 x 36W	1152	Fluorescentes
Bodega productos terminados	15 x 58W	870	Led
	11 p. x 4 f x 36W	1584	Fluorescentes

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En la Tabla 17 se observa el tipo de luminaria utilizada para el bloque B02 con sus correspondientes potencias.

Tabla 17. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B02

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Comedor y cocina	8 p. x 2 f x 36W	576	Fluorescentes
Oficinas	6 p. x 4 f x 36W	864	Fluorescentes
Baño de hombres	5 x 58W	290	Led
	1 p. x 4 f x 36W	144	Fluorescentes
Baño de damas	2 p. x 4 f x 36W	288	Fluorescentes
Taller mecánico	10 p. x 4 f x 36W	1440	Fluorescentes

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Para el bloque B03 propio del área de producción se le asignado la Tabla 18.

Tabla 18. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B03

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Área de trabajo de planta	30 x 58W	1740	Led
	32 x 36W	1152	Fluorescentes compacta

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Algo semejante sucede en la Tabla 19 en la cual se especifica la distribución de las luminarias que corresponde al bloque B04 y B05 destinado al área de carpintería y para la bodega de control de calidad.

Tabla 19. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B04 y B05

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Carpintería Mueblería	14 x 58W	812	Led
	9 x 36W	324	Fluorescentes compacta
	30 x 100W	3000	Vapor de sodio de alta presión
Zona 1	4 x 58W	232	Led
	1 x 36W	36	Fluorescentes compacta
Bodega control de calidad	17 x 58W	986	Led
	15 x 36W	540	Fluorescentes compacta

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En las Tabla 20 y 21 de igual manera se detalla la distribución de las luminarias destinadas al bloque B07 y el bloque B08.

Tabla 20. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B07

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Zona montacargas	1 x 250W	250	Vapor de mercurio con halogenuros
Área de tanque de GLP	2 x 36 W	72	Fluorescentes compacta
	8 x 58W	464	Led
Zona de almacenamiento de tablas cortadas para el secado	1 x 36W	36	Fluorescentes compacta
	1 x 100w	100	Vapor de sodio de alta presión
	1 x 250W	250	Vapor de mercurio con halogenuros

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Tabla 21. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B08

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Taller eléctrico	7 p. x 4 f x 36W	1008	Fluorescentes
Trozado madera	1 x 58W	58	Led
	4 x 100W	400	Vapor de sodio de alta presión

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Para finalizar tenemos la Tabla 22 que detalla el tipo de luminaria y sus respectivas potencias la cual corresponde al bloque B11 de zona de pintura y vibrado.

Tabla 22. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B11

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Vibradora	2 p. x 4 f x 36W	288	Fluorescentes
Pintura de brochas	1 x 58W	58	Led
	8 p. x 4 f x 36W	1152	Fluorescentes

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

4.3.4.3 Varios

Estos bloques están designados para áreas abiertas y transitorias como el jardín, parqueadero, patio de maniobras, muelle de maniobras y portería, recordando que es de gran ayuda la luz natural que proporciona estas áreas abiertas, en la siguiente Tabla 23 se detalla el tipo de luminaria instaladas en esta área y sus respectivas potencias.

Tabla 23. Distribución de lámparas y luminarias en el bloque B09 y B10

Lugar	Unidades x Potencia	Pot. Total (W)	Tipo
Jardín	1 x 58 W	58	Led
	2 x 150 W	300	Reflector Jeta Led
	1 x 36 W	36	Fluorescentes compacta
	2 x 250W	500	Vapor de mercurio con halogenuros
Parqueaderos	3 x 58 W	174	Led
	1 x 150 W	150	Reflector Jeta Led
	1 x 36 W	36	Fluorescentes compacta
	1 x 250 W	250	Vapor de mercurio con halogenuros
	1 x 36W	36	Fluorescentes compacta
Patio de maniobras	1 x 150W	150	Reflector Jeta Led
Muelle de carga y descarga	4 x 58W	232	Led
	1 x 36W	36	Fluorescentes compacta
Portería	4 x 58 W	232	Led
	2 x 150 W	300	Reflector Jeta Led

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

4.3.5. Equipos de Datos

La zona de oficinas del bloque A01 dispone de ordenadores de sobremesa que están conectados, aproximadamente, el 95% de la jornada laboral teniendo en cuenta que el horario de ingreso del área administrativa es a la 9:00 AM; mientras que a las 7:00 AM es el ingreso para el bloque B02, en este sector se cuenta con las oficinas del personal encargado de la línea producción y de radios, de igual manera los ordenadores se encuentran conectados un 95% de la hora laborables; ver Tabla 24.

Tabla 24. Asignación de equipos de datos por área

Hora		Áreas	Cantidad de ordenadores	Cantidad de impresoras
Ingreso	Salida			
9:00 AM	17:00 PM	Oficinas Administrativa	36	4
7:00 AM	15:00 PM	Oficinas línea de producción	7	1

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

CAPÍTULO V

RED ELÉCTRICA DE LA PLANTA

5.1 Información General

5.1.1. Tarifa Eléctrica

La tarifa eléctrica aplicable para la planta de Pasticos y Brochas Wilson S.A, corresponde a la tarifa general de media tensión con registrador de demanda horaria para consumidores industriales. Según el pliego tarifario vigente de ARCONEL, esta tarifa se define así:

“Se aplica a los consumidores industriales que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos horarios de punta, media y base” [21].

5.1.2. Acometida en Media Tensión

El servicio eléctrico para la Fábrica de Plásticos y Brochas Wilson se toma de una línea trifásica aérea de media tensión 13.800 V que viene desde la subestación de 18 Cristianía, perteneciente a la empresa distribuidora EEQ.

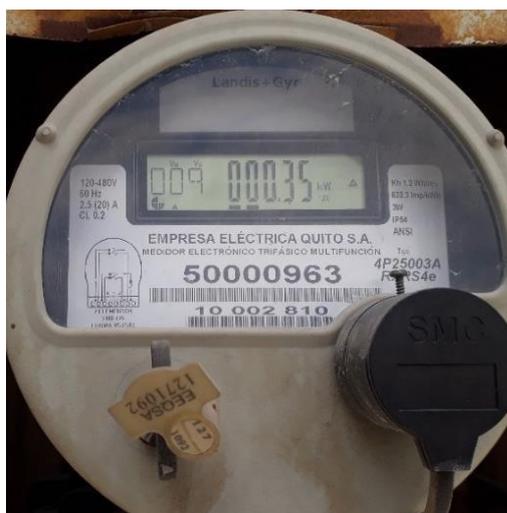


Figura 17. Medidor eléctrico trifásico
Tomado por: N. Daniela Simbaña

La medición se hace en un solo medidor No.10002810 en media tensión para el transformador de 500 kVA en cámara.

5.1.3. Cámara de transformación

De la línea de media tensión llega al bloque B10 donde está ubicado el transformador de 500 kVA que da servicio a la planta, en este bloque encontramos un montaje de barras con seccionadores dobles manejando voltaje de media tensión para posterior dirigirse al tablero de distribución principal.

5.1.4. Grupo Electrónico

Teniendo en cuenta que son utilizados cuando existe un déficit en la generación de energía eléctrica o en caso de existir cortes de suministro eléctrico con frecuencia; dicho esto la planta cuenta con un grupo electrónico de emergencia conectado al tablero de transferencia automática y de allí sale al tablero de distribución principal, está ubicado en el bloque B10. En la Tabla 25 se observa las especificaciones técnicas correspondientes al mismo.

Tabla 25. Especificaciones técnicas del grupo electrónico

Marca	Modelo	StandBy	V/I/Fases
Cummins	BDOF25035AA	400kW / 500 kVA	3

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

5.1.5. Tableros de Distribución Principal

El tablero de distribución principal TDP está constituido por 3 gabinetes para abastecer las cargas generadas por la planta, está ubicado en el bloque B03 existe una distancia considerable desde la cámara de transformación hacia el TDP.

Este centro de carga representa el cerebro de los sistemas de distribución, contiene una serie de elementos que garantizan el cumplimiento de sus funciones como barras, elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente.



Figura 18. Tablero de distribución principal
Tomado por: N. Daniela Simbaña

Este TDP es un tablero armario de construcción especial con los breakers de protección principal de donde se derivan los alimentadores a las diferentes edificaciones. El tablero está en buen estado y los alimentadores están identificados apropiadamente
Figura 19.



Figura 19. Gabinete 2 y 3 del TDP
Tomado por: N. Daniela Simbaña

No se dispone de un diagrama unifilar eléctrico de la planta PWB; sin embargo, en la campaña de mediciones efectuada se identificó los circuitos principales que van a cada uno de los tableros y subtableros de las edificaciones, en el Anexo 9 se puede observar el siguiente diagrama unifilar elaborado en AutoCAD.

5.1.6. Subtableros

Del cuarto de tableros principales salen los alimentadores a los subtableros instalados en las diferentes edificaciones, a continuación, se detallará la ubicación y las funciones que cumple cada subtablero. Se empezará con el subtablero de Carpintería, Figura 20, su ubicación es en el bloque B06 alimenta a una variedad de maquinarias como Tupí automático, cortadora, cepillo, sierra de triángulos, sierra de cuadrados, lijadora de plano, lijadora redonda, perforadora entre otros, los que intervienen en el proceso de plantación del mago de la brocha.



Figura 20. Subtablero de carpintería
Tomado por: N. Daniela Simbaña

Del subtablero de carpintería se deriva la inyectora de plásticos 220/440 (VAC) está designado al proceso de plásticos y se encarga de elaborar todo lo relacionado a galones, canecas y canastas, está ubicada en el bloque B05.

Mientras que para el subtablero SA 220/480 (VAC) ubicado en el bloque B03, en donde se ubica las inyectoras N.1 y N.2 destinadas al proceso de escobas, trapeadores y cepillos, del mismo modo alimenta a la sierra de cinta y al molino grande, en la Figura 21 se puede observar este subtablero.



Figura 21. Subtablero SA 220/480
Tomado por: N. Daniela Simbaña

De igual manera para el subtablero SM 220/440 (VAC) ubicado en el bloque B03, alimentando a las cargas correspondientes a los Cepillos N.1 y N.2, a la inyectora N.3 y al compresor de 75 HP, obsérvese en la Figura 22.

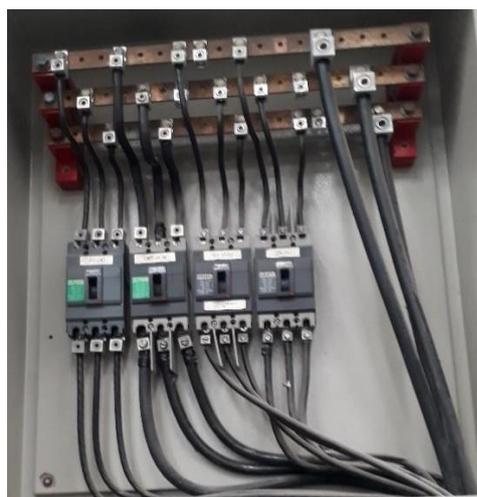


Figura 22. Subtablero SM 220/440
Tomado por: N. Daniela Simbaña

De manera similar el subtablero de Radios está ubicado en el bloque B03 y alimenta el extractor PLT, túnel térmico, alimentadores de material y de gradas, el taller de mecánica y el área de radios, en la Figura 23 se observa el subtablero de radios.

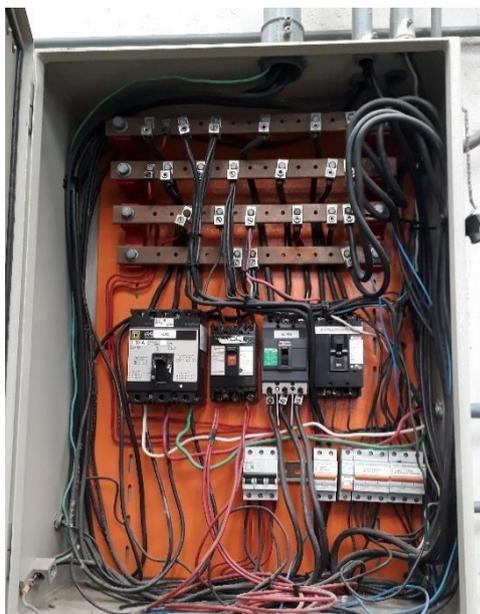


Figura 23. Subtablero de radios
Tomado por: N. Daniela Simbaña

En la Figura 24 se observa el subtablero de los secadores N.1 y N.2 respectivamente.



Figura 24. Subtablero de secadores N. y N.2
Tomado por: N. Daniela Simbaña

Los subtableros que van dirigidos a la bodega de materia prima, bodega productos terminados, se encuentran distribuidos en diferentes áreas del bloque B01. En general el estado de los tableros y subtableros de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A. están en buenas estado, pero se necesita de una constante de limpieza, ya que las condiciones de trabajo generan polvo y residuos.

Por otra parte, según se informó se ha revisado la carga de las fases, del mismo modo se ha identificado las cargas, lo que favorece las tareas de mantenimiento.

5.1.7. Banco de Capacitores

Conociendo que el banco de capacitores es utilizado para corregir el factor de potencia y evitar la penalización de la empresa distribuidora; éste se encuentra funcionando satisfactoriamente y mantiene el factor de potencia cercano a la unidad, está ubicado en el mismo bloque del tablero principal, obsérvese Figura 25.



Figura 25. Banco de capacitores
Tomado por: N. Daniela Simbaña

5.2 Mediciones y Registro de Datos

5.2.1. Mediciones Eléctricas

En la medición eléctrica se empleó y tomó los datos por medio de los siguientes equipos de medición:

- Analizador de redes marca Amprobe modelo DIM III (Figura 26).
- Pinza amperimétrica, marca Fluke
- Medidor de temperatura, marca Fluke
- Luxómetro marca HT Instruments
- Medidor de potencia Kilowatt
- Medidor de energía de empresa eléctrica EEQ.
- Medidores de energía instalados por la planta PBW.



Figura 26. Analizador de redes

Al emplear el analizador de redes de acuerdo con la norma EN 50160 requiere un monitoreo continuo por un periodo de 7 días [22], para las mediciones realizadas en el tablero de distribución principal se lo realizo durante un periodo comprendido entre las 11H10 del 20 de noviembre del 2019 hasta las 23H40 del 30 de noviembre del 2019 con intervalos de 10 minutos; es decir el analizador de redes tomo medidas durante 10 días, 12 horas, 30 min, se muestra los resultados obtenidos por el analizador de redes marca Amprobe modelo DIM III, los cuales son:

- Potencia activa
- Voltaje en las tres fases
- Armónicos
- Factor de potencia

5.2.2. Análisis de la Potencia Activa

Luego de la medición efectuada en el tablero de distribución principal con el analizador de redes, se pudo identificar la curva de demanda durante los 10 días.

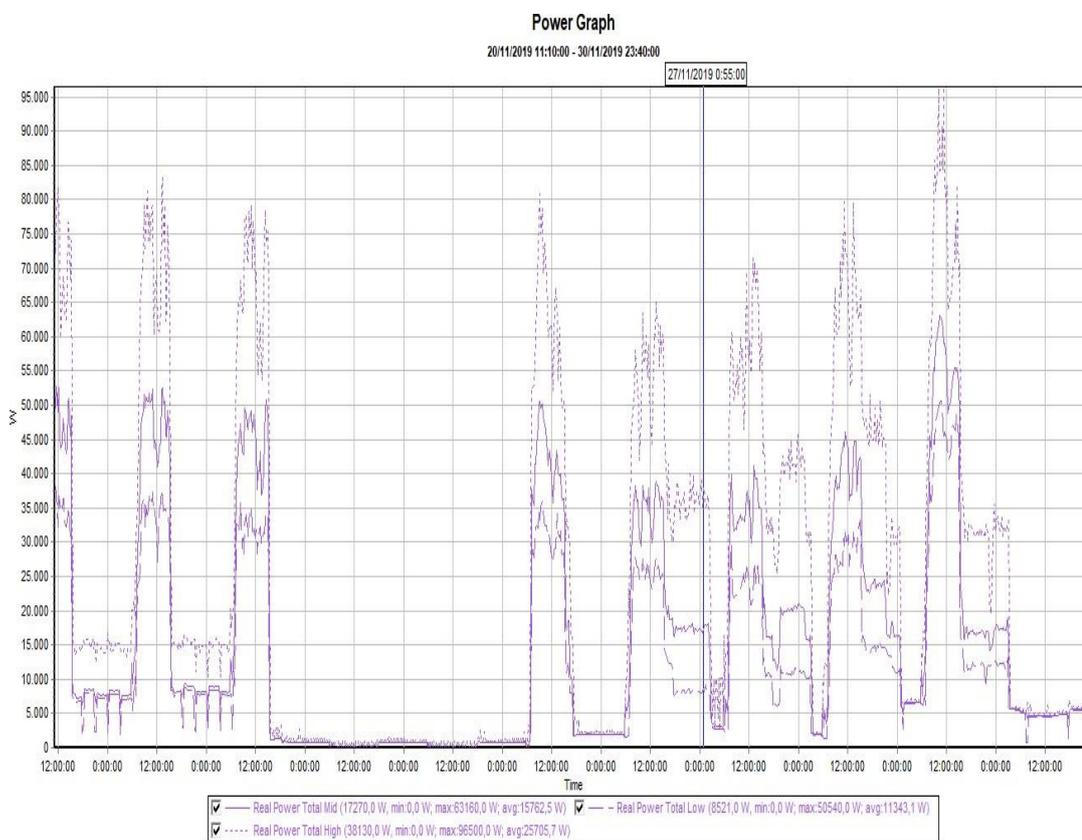


Figura 27. Medición de Potencia Activa
Fuente: Amprobe's Instrument Showcase

En la Figura 27 se observa la curva de la potencia activa, debido a que el tiempo de muestreo es de 10 minutos el analizador toma tres medidas low, high y mid para el presente documento se analizará la curva mid en todos los casos, dando como resultado una demanda máxima de 63,16 kW y una mínima entre 1,3 a 3,18 kW.

Para tener una idea más clara de cómo se comporta la curva diaria, se ha reducido el rango de 00H10 del 21 de noviembre del 2019 hasta las 00H10 del 22 de noviembre del 2019 como se observa en la Figura 28, para analizar la curva durante 24 horas.

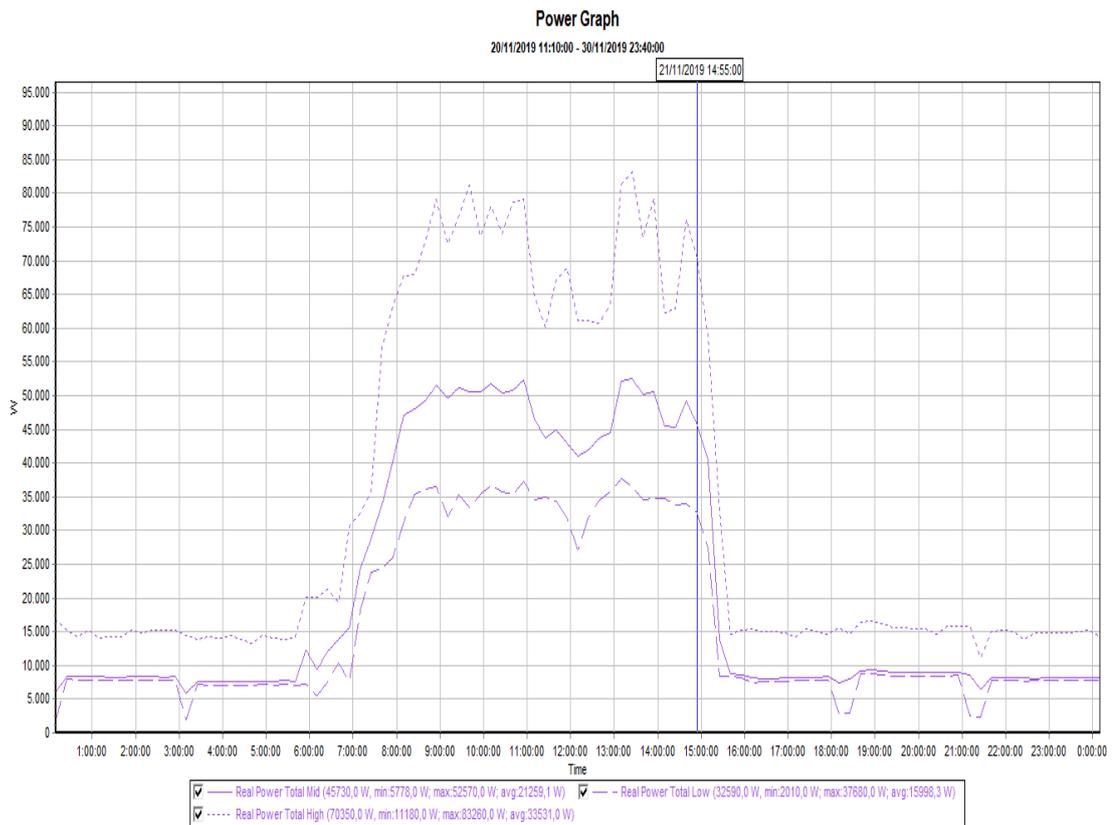


Figura 28. Medición de Potencia Activa
Fuente: Amprobe's Instrument Showcase

La demanda máxima se dio a las 13H25, y la mínima a las 03H10. Se puede observar que durante la noche y la madrugada la demanda se mantiene entre 8 a 7 kW a las 03H10, baja un poco, vuelve a subir a las 05H55 con 12,23 kW y ocurre otro pico que se mantiene desde las 06H55 a las 08H55 con 51,54 kW, teniendo en cuenta que en la planta existen dos horarios de ingreso a las 07H00 para el área de producción y a las 09H00 para el personal administrativo, iniciando con el arranque de los quipos y maquinaria en este periodo de tiempo, también se puede observar entre las 11H45 y las 12H45 existe un decaimiento mínimo de 40,97 kW siendo la hora del almuerzo; la curva decrece a la hora de salida entre las 3H00 y 3H45.

5.2.3. Análisis del Voltaje

Otro dato de relevancia en el análisis de la calidad de energía de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A. es el del nivel de voltaje. La medición realizada con el analizador de redes dio los siguientes resultados Figura 29.

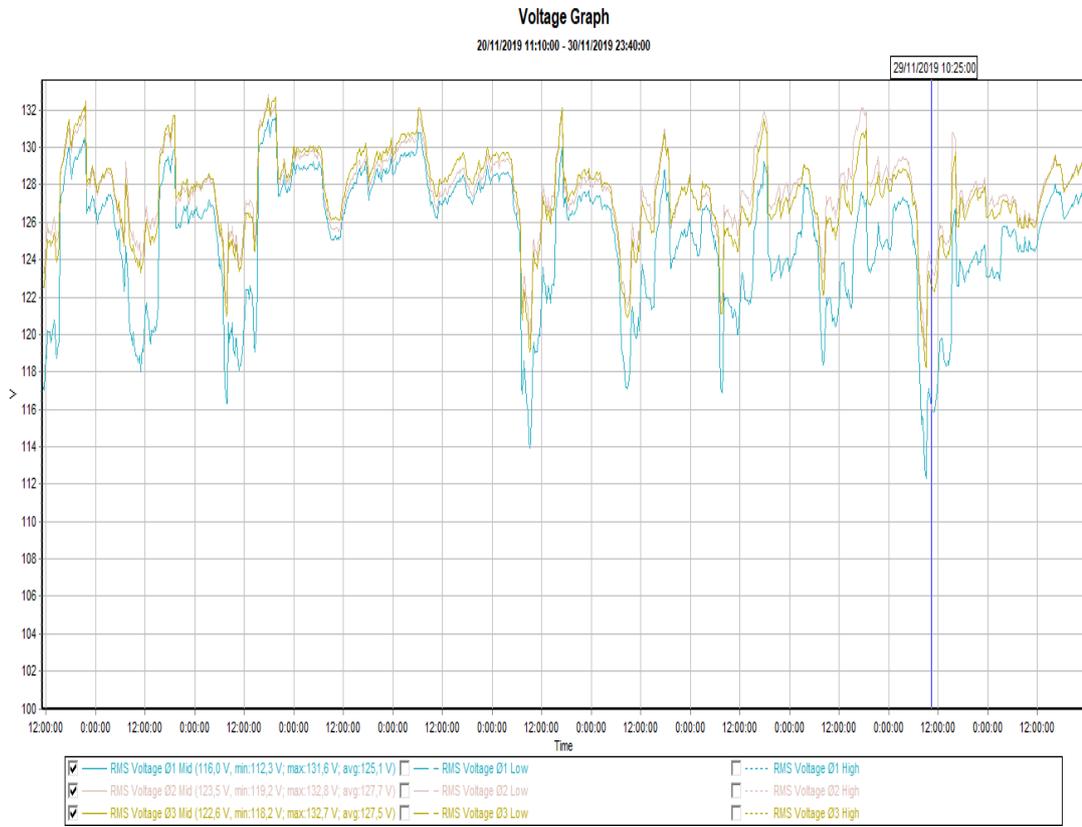


Figura 29. Medición de la tensión.
Fuente: Amprobe's Instrument Showcase

Se puede observar que el voltaje en la línea L2 y L3 está cercano durante las 24 horas mientras en la hora de noche y madrugada la línea L1 tiene una separación notable, ya que las instalaciones son usadas en las horas del día lo que indica hay un balance de cargas en las instalaciones. Sin embargo, a partir de los valores medidos se puede determinar que los niveles máximos del voltaje de operación, según la regulación 005/018 del ARCONEL deben estar dentro de $\pm 8\%$ del voltaje nominal, la Figura 29 muestra que la fase con mayores magnitudes de voltaje corresponde a la fase 3 (L3) se tiene en algunos casos que el voltaje llega a más de 131,7 V, mientras que la fase con menor perturbaciones de voltaje corresponde a la fase 1 (L1). Existen varias medidas para resolver estos problemas una de ellas es solicitar a la EEQ que baje los taps de los transformadores para reducir los niveles de voltajes a valores aceptables.

5.2.4. Análisis de Armónicos

Las mediciones de distorsión total de armónicos de voltaje (THD), medidas con el analizador de redes muestra valores entre 0% y 3.93%, obsérvese la Figura 30.

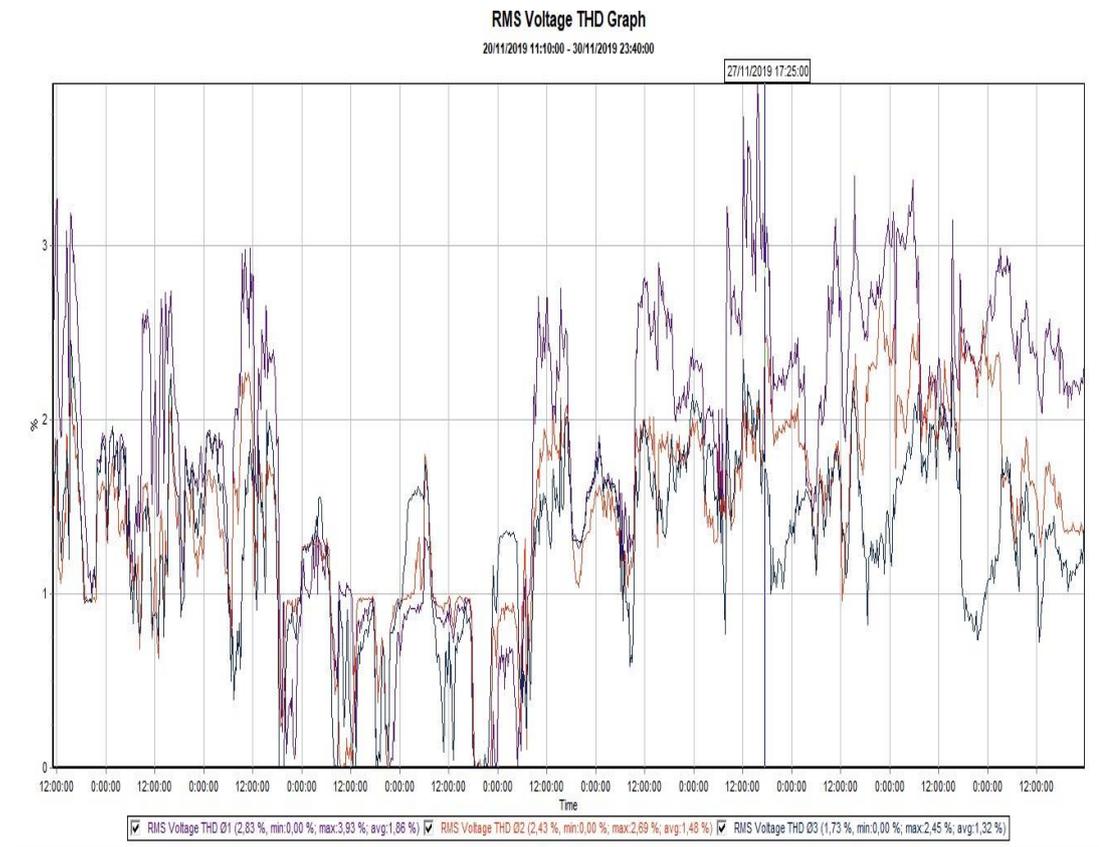


Figura 30. Medición de armónicos del voltaje
Fuente: Amprobe's Instrument Showcase

5.2.5. Factor de Potencia

Si se analiza el valor óptimo del factor de potencia es correspondiente a 1, lo que significa que no existe consumo de reactiva. Sin embargo, para esta situación se genera la siguiente repercusión en la factura eléctrica, pagando mediante una bonificación la producción de energía reactiva, mientras el valor bajo de factor de potencia quiere decir menores de 0.8 se generarían problemas en la corriente y en los equipos, provocando picos de potencia, mayores consumos eléctricos y en consecuencia un descenso en la vida útil de los equipos.

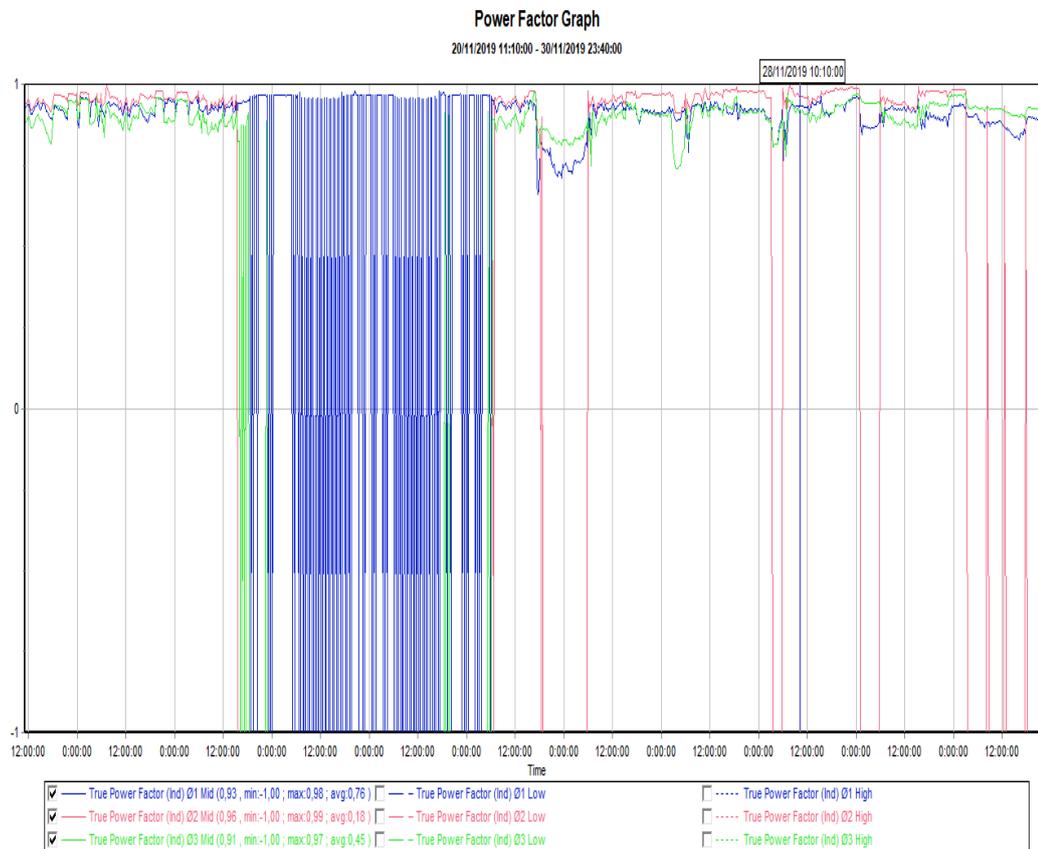


Figura 31. Medición de factor de potencia
Fuente: Amprobe's Instrument Showcase

Un parámetro que dio valores no aceptables fue el del factor de potencia cualquier valor menor a 0,92 ocasiona una penalización por lo que deberá tomar las medidas para bajar esta multa analizando la instalación del banco de capacitores para este transformador, esta penalización se reflejada en la planilla de electricidad

5.2.6. Cargas Eléctricas

Con el objetivo de determinar la distribución del consumo energético por cargas eléctricas, se realizó una serie de levantamientos de las instalaciones, registrando la cantidad y tipo de equipos eléctricos por cada bloque correspondiente a la planta.

5.2.6.1 Iluminación

Se han tomado mediciones del nivel de iluminación con el luxómetro marca Pro'skit MT-4017 (Figura 32) en los diferentes bloques de la instalación en función de su uso,

se estableció una comparación con los niveles recomendados por la norma UNE-EN 12464-1:2012 para iluminación en lugares de oficina, actividades industriales entre otros [23]. La norma establece valores de iluminancia media para cada tarea el cual no puede ir por debajo de lo establecido independiente del estado en que se encuentre la instalación y los años de uso [24].



Figura 32. Luxómetro marca Pro'skit MT-4017
Tomado por: N. Daniela Simbaña

Para el registro de estos datos se ha elegido alturas según el puesto de trabajo. En escritorios y mesas de trabajo similares, la altura de medición con respecto al suelo es de 75 cm; para pasillos y zonas donde el trabajador deba estar de pie o erguido se asignado 160 cm dependiendo la altura de la maquinaria.

En la Tablas 26 se observa los niveles de iluminación, medidos en el bloque A01 correspondientes al área de oficinas, además se tiene los valores recomendados para las diferentes áreas oficinas, bodegas, archivos y baños; a continuación, se detalla cada valor tomado y se recomienda aumentar o mantener el nivel de iluminación.

Tabla 26. Estudio de luminosidad en las oficinas

Zona	Nivel de iluminación (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Oficina de Gerencia	157	500- Aumentar
Oficina	375	500- Aumentar
Área de trabajo 1	580	500- Mantener
Área de trabajo 2	640	500- Mantener
Bodega 1	190	100- Mantener
Bodega 2	145	100- Mantener
Archivos 1	52	200- Aumentar
Archivos 2	389	200- Mantener
Bodega	250	100- Mantener
Oficina	750	500- Mantener
Bodega sistemas	120	100- Mantener
Archivos tesorería	207	200- Mantener
Bodega	190	100- Mantener
Venta de plásticos	155	300- Aumentar
Contraloría	193	500- Aumentar
Bodega de activos	190	100- Mantener
Cuarto de red	70	100- Aumentar
Oficina abierta 1	500	500- Mantener
Oficina abierta 2	430	500- Mantener
Oficina abierta 3	400	500- Mantener
Bienes raíces	140	500- Aumentar
Sala de estar	140	100- Mantener
Salida	900	100- Mantener
Sala de reunión	100	500- Aumentar
Baño de mujeres	300	200- Mantener
Baño de hombres	210	200- Mantener
Oficina contador	390	500- Aumentar
Recursos Humanos	840	500- Mantener

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

De igual manera para el área de bodegas se ha designado la siguiente Tabla 27.

Tabla 27. Estudio de luminosidad en el bloque B01

Zona	Nivel de iluminación medida (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Bodega hojalata y cerdas	169	100 - Mantener
Bodega materia prima escobas y brochas	945	100 - Mantener
Bodega productos terminados brochas y escobas	86	100 - Aumentar

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En la Tabla 28 se observa el nivel de iluminación medida para el bloque B02.

Tabla 28. Estudio de luminosidad en el bloque B02

Zona	Nivel de iluminación medida (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Comedor y cocina	615	500- Mantener
Oficinas	200	500- Aumentar
Baño de hombres	901	200- Mantener
Baño de damas	221	200- Mantener
Taller automotriz	410	300- Mantener

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Para el bloque B03 propio del área de producción se le asignado la Tabla 29.

Tabla 29. Estudio de luminosidad en el bloque B03

Zona	Nivel de iluminación medida (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Área de trabajo de planta	960	750- Mantener

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Algo similar sucede en la Tabla 30 en la cual se especifica el nivel de luminosidad corresponde al bloque B04 y B05 destinado al área de carpintería y para la bodega de control de calidad.

Tabla 30. Estudio de luminosidad en el bloque B04 y B05

Zona	Nivel de iluminación medida (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Carpintería Mueblería	800	500- Mantener
Zona 1	380	300- Mantener
Bodega control de calidad	164	100- Mantener

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En las Tabla 31 y 32 de similar forma se detalla los niveles de iluminación medida y recomendada, destinadas al bloque B07 y el bloque B08.

Tabla 31. Estudio de luminosidad en el bloque B07

Zona	Nivel de iluminación medida (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Zona montacargas	204	100- Mantener
Área de tanque de GLP	352	100- Mantener
Zona de almacenamiento de tablas cortadas para el secado	330	50- Mantener

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Tabla 32. Estudio de luminosidad en el bloque B08

Zona	Nivel de iluminación medida (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Taller eléctrico	515	300- Mantener
Trozado madera	147	500- Aumentar

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En la Tabla 33 que detalla el nivel de iluminación medida y sus respectivos valores recomendados correspondientes al bloque B11 de zona de pintura y vibrado.

Tabla 33. Estudio de luminosidad en el bloque B11

Zona	Nivel de iluminación medida (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Vibradora	420	300- Mantener
Pintura de brochas	235	750- Aumentar

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Para finalizar y no menos importante se realizó el estudio de iluminación perteneciente al área exterior, este se encuentra representado en la Tabla 34.

Tabla 34. Estudio de luminosidad en el área exterior.

Zona	Nivel de iluminación medida (lux)	Nivel de iluminación media recomendada (luxes)
Jardín	1000	100- Mantener
Parqueaderos	948	75- Mantener
Portería	300	300- Mantener
Patio de maniobras vehículos de carga	500	300 - Mantener
Muelle de carga y descarga	267	150- Mantener

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

5.2.6.2 *Maquinaria Industrial*

El mayor porcentaje de la potencia demandada de la red es consumida por la maquinaria industrial (Anexo 1), más adelante se empleará medidas de mejora para esta área en específico.

5.2.6.3 *Fuerza*

En equipos de fuerza se ha considerado los electrodomésticos al servicio del personal, que comúnmente se ubican en áreas comunes o en el comedor y cocina, se analizó su cantidad y potencia.

Tabla 35. Potencia de quipos de fuerza

Equipos	Potencia (kW)
A.A.	0,99
Esmeril	1,49
Soldadora	20,00
Taladro Pedestal	2,24
Teclé Eléctrico	4,47
Cafetera	1,90
Televisor	0,25
Refrigeradora	0,50
Licuada	0,35
Microondas	1,60

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

5.2.6.4 *Datos*

Existe un consumo significativo en el área de oficina teniendo en cuenta que solo en este bloque A01 existen 36 computadoras de escritorio, adicional a esto se encuentra distribuido varios equipos de datos en toda la planta.

Tabla 36. Potencia de datos

Equipos	Potencia (kW)
Impresora HP	1
Impresora brothen TN630	0,29
Impresora	0,25
Laptops	0,07
PC de escritorio	6,9

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

5.2.6.5 Comunicaciones

En esta área no existe un consumo significativo, pues el consumo de los teléfonos y de los racks de comunicaciones de datos es bajo, ver Tabla 37.

Tabla 37. Potencia de los equipos de comunicación

Equipos	Potencia (kW)
Teléfonos	0,09
Rack de comunicación de datos	2,06

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

CAPÍTULO VI

BALANCE ENERGÉTICO

6.1 Carga instalada y Demanda

Una vez analizados los datos registrados en los formularios 3 y 4 se pudo determinar que la planta de Plásticos y Brochas Wilson S.A. posee una carga instalada de 891,84 kW; y una demanda máxima de 245,215 kW.

El dato de carga instalada es la suma de la totalidad de los equipos eléctricos. No todos los equipos funcionan al mismo tiempo o a su máxima capacidad, por lo que para determinar la demanda que se exige al transformador o a la red, se debe tomar en cuenta la participación de cada equipo en la demanda máxima o demanda de diseño de esas instalaciones. El dato de demanda máxima fue el que se midió con el analizador de redes, ajustado para el mes de máximo consumo anual y los resultados se tiene en la Tabla 38 siguiente.

Tabla 38. Carga instalada y demanda, planta Pasticos y Brochas Wilson S.A

Zona	Descripción	Iluminación (W)	Fuerza (W)	Datos (W)	Comunicaciones (W)	Maquinaria (W)	Carga instalada (W)	Factor de demanda	Demanda (W)	%
A01	Oficinas	33.372,00	2.940,00	6.979,12	130,00	-	43.421,12	0,670	29.104,09	11,87%
B01	Bodegas	6.150,00	-	317,50	7,00	-	6.474,50	0,927	6.004,23	2,45%
B02	Mecánica y radios	3.602,00	30.845,00	1.102,50	2.007,00	36.625,70	74.182,20	0,214	22.010,84	8,98%
B03	Producción	2.892,00	-	-	-	356.835,68	359.727,68	0,287	103.218,41	42,09%
B04-B05	Carpintería	5.930,00	-	-	-	347.659,97	353.589,97	0,145	51.094,10	20,84%
B06	Secador de madera	-	-	-	-	32.666,20	32.666,20	0,788	25.731,32	10,49%
B07	Almacenaje	1.380,00	-	-	-	-	1.380,00	0,747	1.030,85	0,42%
B08	Taller eléctrico	1.008,00	-	185,00	7,00	15.001,00	16.201,00	0,290	4.695,12	1,91%
B09	Patio de maniobras	1.200,00	-	-	-	-	1.200,00	0,434	521,33	0,21%
B10	Parqueadero	1.504,00	-	-	-	-	1.504,00	0,747	1.123,47	0,46%
B11	Pintura	1.498,00	-	-	-	-	1.498,00	0,455	681,25	0,28%
	Total	58.536,00	33.785,00	8.584,12	2.151,00	788.788,55	891.844,67		245.215,00	
	%	6,56%	3,79%	0,96%	0,24%	88,44%				

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Ubicando los bloques por el valor de la demanda máxima o demanda de diseño; en la Figura 33 se observa que el mayor es el bloque B03 perteneciente a producción teniendo en cuenta que este es el centro de la planta, luego carpintería, oficinas, secador de madera y mecánica y radios. Luego las bodegas, talleres, parqueadero, almacenaje, pintura y al final el patio de maniobras. El énfasis en las medidas de ahorro se debe centrar en las de mayor consumo.

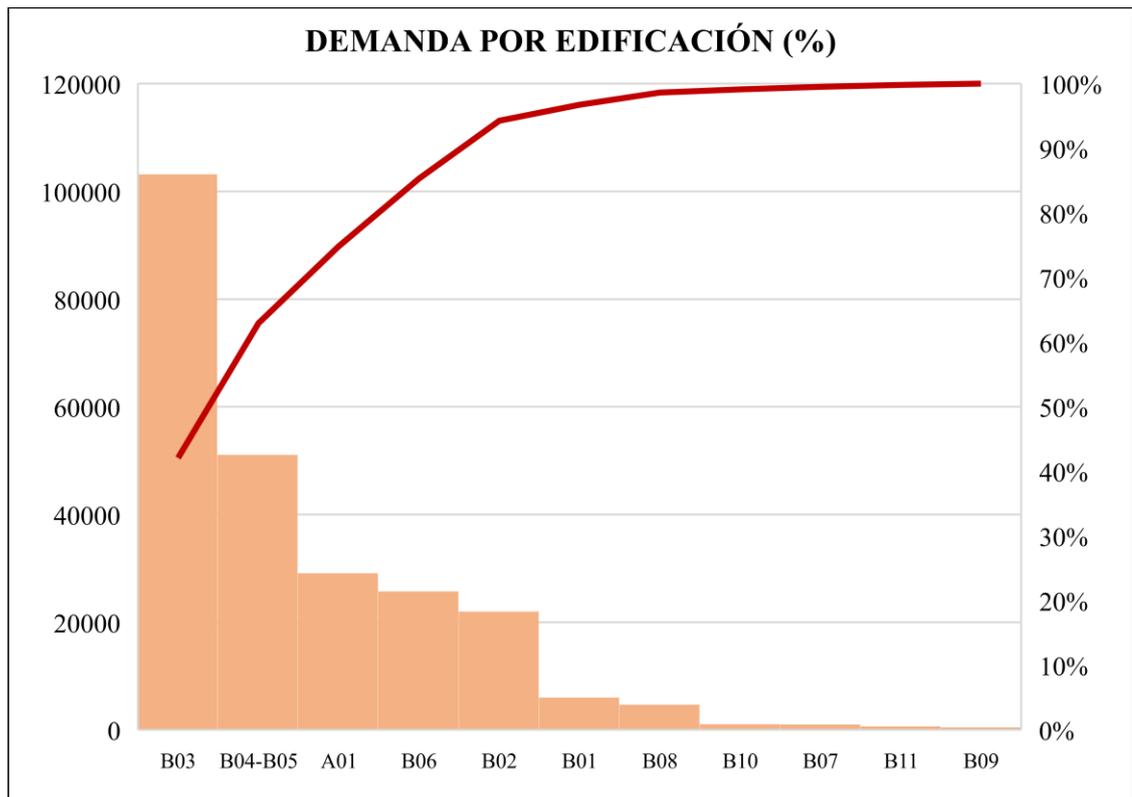


Figura 33. Demanda por edificación.
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Al analizar la distribución de las cargas para los diferentes servicios, se tiene la siguiente Figura 34:

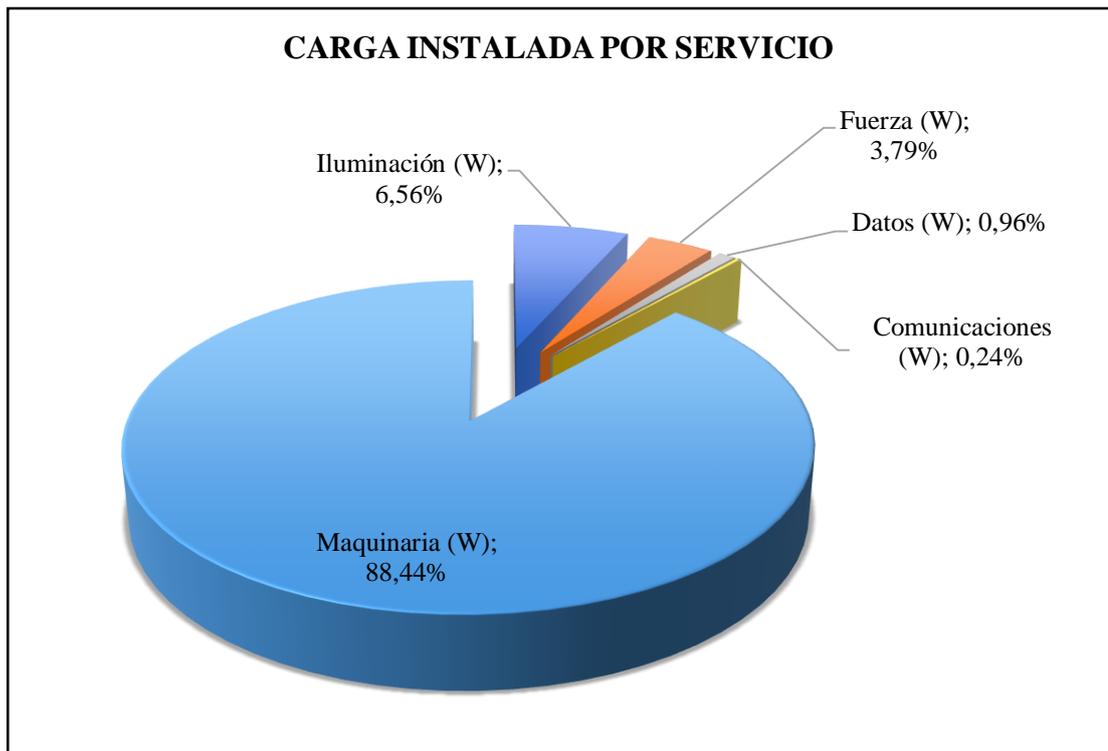


Figura 34. Carga instalada por servicio.
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

De la misma manera en la Figura 34, la mayor demanda eléctrica la constituye la maquinaria con el 88,44%, seguida por iluminación con el 6,56% y fuerza con 3,79%.

6.2 Consumos de Energía

Para analizar el consumo de energía se tomó medidas del tablero de distribución principal haciendo referencia a los valores especificados en la planilla eléctrica y los tomados del analizador de redes, como antes se mencionó la maquinaria industrial es la que mayor demanda tiene para esta razón se trabajará mediante el Principio de Pareto, el cual hace énfasis a la regla 20/80, dicha regla de naturaleza empírica, establece que el 20 por ciento de las causas o también llamados inputs o esfuerzos, explica el 80 por ciento de los efectos nombrados outputs o recompensas [25]. En la Tabla 39 se aplica este principio para los quipos de mayor consumo.

Tabla 39. Consumo de energía del Tablero de Distribución Principal

Breaker No. / Servicio	Consumo de Energía kWh / día	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Tablero SA 220/480	501,01	20,46%	20,46%
Carpintería interna	480,35	19,61%	40,07%
Tablero Compresores EATON 50 HP	468,62	19,13%	59,21%
Secador de Madera N1 y N2	339,60	13,87%	73,07%
Tablero oficinas	236,29	9,65%	82,72%
Tablero taller mecánico-radios	143,72	5,87%	88,59%
Tableros bodegas SD, SB, GS	44,37	1,81%	90,40%
Limpiadora y recortadora	41,08	1,68%	92,08%
Tablero SM 220/440	40,61	1,66%	93,74%
Secador de aire	27,92	1,14%	94,88%
Iluminación exterior	25,73	1,05%	95,93%
Mezcladora N.2	22,77	0,93%	96,86%
Tablero control de producción	22,44	0,92%	97,77%
Extractor limpiadora N.3	17,80	0,73%	98,50%
MAP 10XL	5,82	0,24%	98,74%
Tablero sección pintura	5,15	0,21%	98,95%
Mezcladora N.1	4,72	0,19%	99,14%
Tomas 120V	3,29	0,13%	99,27%
Limpiadora automática	2,70	0,11%	99,38%
Tablero MAQ. Tubos	2,70	0,11%	99,49%
Tablero Iluminación planta SB	2,28	0,09%	99,59%
Tambores carpintería	1,60	0,07%	99,65%
MAP 6 Embonadora N.2	1,27	0,05%	99,70%
MAP 10S-12	1,18	0,05%	99,75%
MAPS-8	1,01	0,04%	99,79%
MAP 6 Embonadora N.3	0,93	0,04%	99,83%
MAP 1CT Emplastadora N.1	0,76	0,03%	99,86%
Galileo	0,51	0,02%	99,88%
Alumbrado exterior	0,51	0,02%	99,90%
MAP 10 xls	0,51	0,02%	99,93%
MAP 1CT Emplastadora N.2	0,51	0,02%	99,95%
Válvula purga automática	0,42	0,02%	99,96%
Marcadora N.1	0,25	0,01%	99,97%
Ventilador trafo 440V enfriamiento	0,23	0,01%	99,98%
RPI N.1 y N.2	0,17	0,01%	99,99%
MAP1 (Fuera de funcionamiento)	0,17	0,01%	100,00%
MAP2 (Fuera de funcionamiento)	0,08	0,00%	100,00%
Total	2449,05	100%	

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

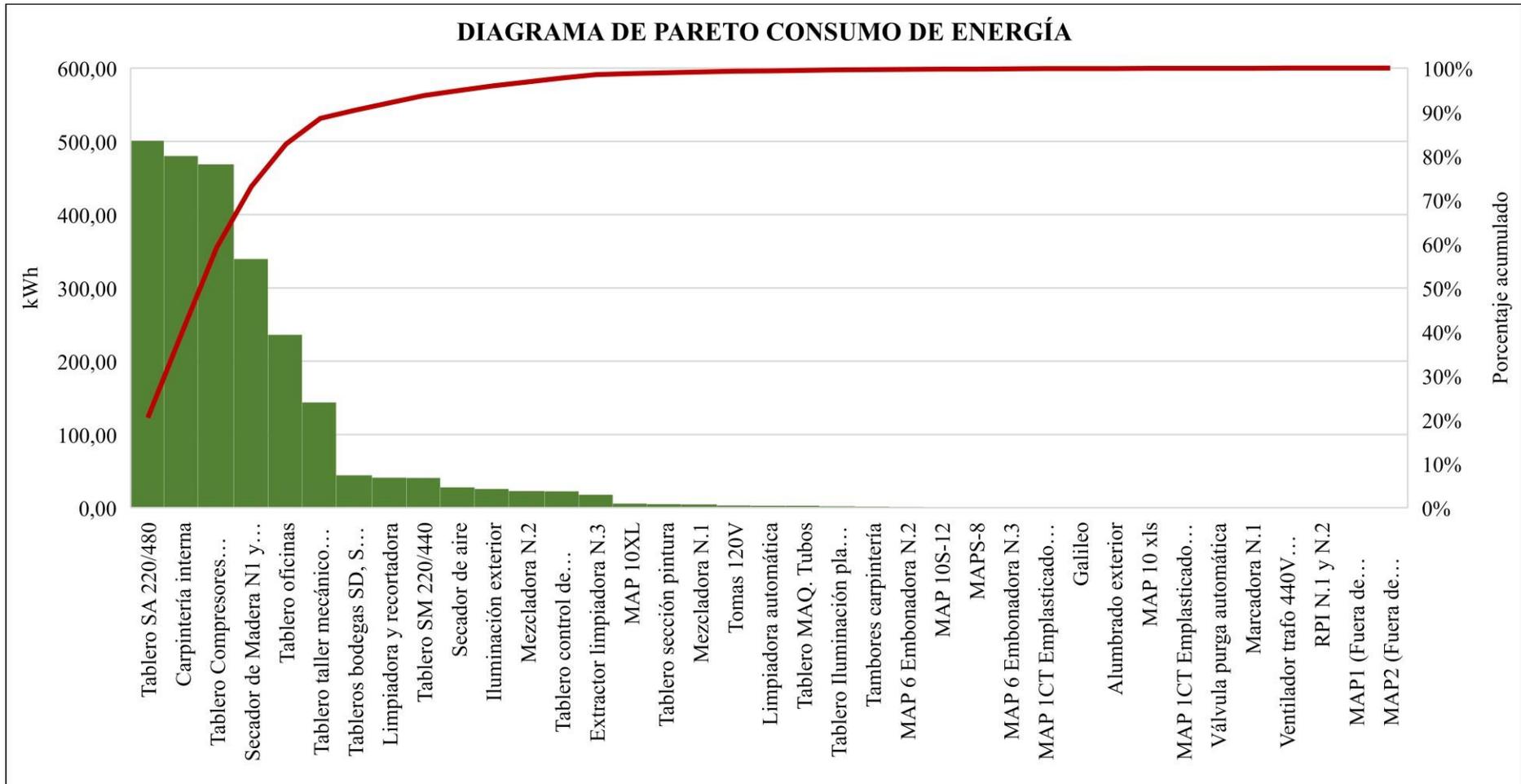


Figura 35. Porcentaje de usos finales de energía, planta PBW
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

El tablero de mayor consumo es el tablero SA (20,46%), luego le sigue carpintería interna (19,61%), tablero compresor EATON 50 HP (19,13%), secador de madera N1 y N2 (13,87%) y por último el tablero de oficinas (9,65%), entre estos se llega a un 82,72% del total y será en estas áreas donde se debe trabajar y asignar las medidas de ahorro de energía.

Por el Principio de Pareto se estableció los 5 subtableros de mayor consumo, sabiendo que el subtablero SA y el subtablero de carpintería alimentan a varios equipos y maquinaria en los diferentes bloques de la planta, principalmente el bloque B03, B04, B05. Para los demás subtableros correspondiente a los bloques B06 y A01 es ahí donde enfocara las medidas de ahorro; en la siguiente Tabla 40 y 41 se describe la maquinaria y equipos sujetos a estos subtableros con sus respectivos consumos.

Tabla 40. Consumo de energía eléctrica en el subtablero SA

Subtableros	Equipos y maquinaria	Consumo de Energía (kWh/día)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Tablero SA 220/480	Inyectora N.2	228,89	46%	46%
	Sierra Beaker	81,02	16%	62%
	Inyectora N.1	183,01	37%	98%
	Molino grande	8,09	2%	100%

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

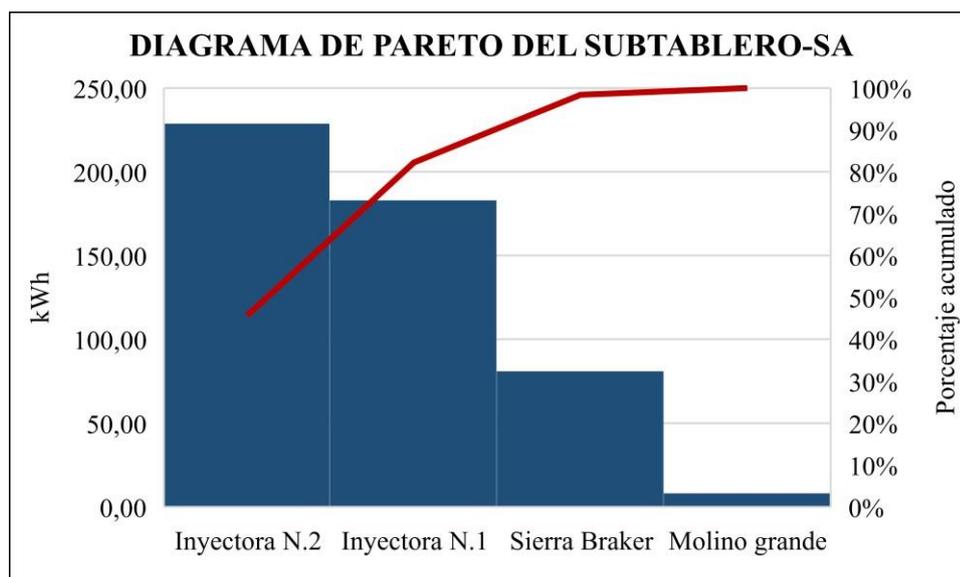


Figura 36. Diagrama de Pareto del Subtablero SA.

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Tabla 41. Consumo de energía eléctrica en el subtablero de carpintería

Subtableros	Equipos y maquinaria	Consumo de Energía (kWh/día)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Carpintería interna	Lijadora de redondo manual #1 #2 y #3	5,76	1,2%	1,2%
	Lijadora de redondo automático	12,97	2,7%	3,9%
	Lijadora de plano	6,25	1,3%	5,2%
	Biseladora de cabos	15,37	3,2%	8,4%
	Perforadora 1 y 2	24,02	5,0%	13,4%
	Sierra de cuadros 1 y 2	5,76	1,2%	14,6%
	Sierra de triángulos automática 1 y 2	6,73	1,4%	16,0%
	Sierra de triángulos manuales 1 y 2	6,73	1,4%	17,4%
	Tupí KBF #1 #2 y #3	19,21	4,0%	21,4%
	Tupí KBF #4	27,86	5,8%	27,2%
	Tupí HEMPEL	34,12	7,1%	34,3%
	Tupí hidráulico	17,77	3,7%	38,0%
	Extractores de viruta	51,4	10,7%	48,7%
	Extractores de aire pared	57,64	12,0%	60,7%
	Extractor inyector de aire	38,43	8,0%	68,7%
	Inyectora #4 PLASTAR 500	145,55	30,3%	99,0%
	Inyectora #5 LANSON GM2 LS260	0	0,0%	99,0%
	Tablero iluminación	4,8	1,0%	100,0%

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

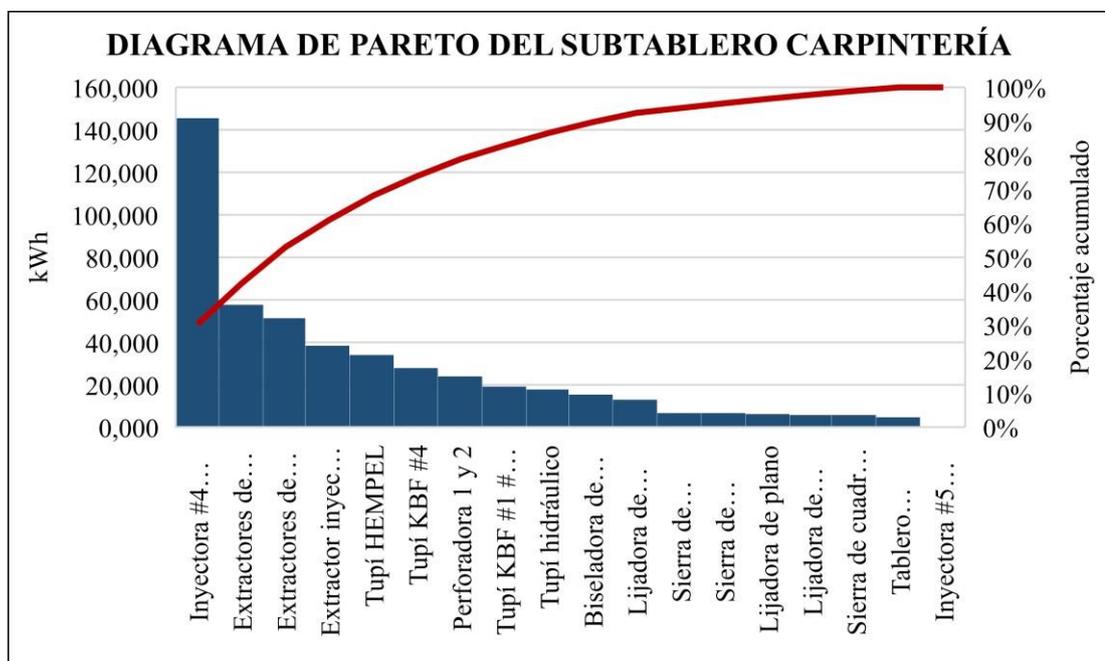


Figura 37. Diagrama de Pareto del Subtablero de carpintería
Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Para los siguientes subtableros mencionados, se detalla los equipos utilizados para su respectivo funcionamiento en la Tabla 42.

Tabla 42. Subtablero de mayor consumo

Subtableros	Equipos y maquinaria
Tablero Compresores EATON 50 HP	Compresor de 50 HP
Secador de Madera N1 y N2	12 motores de 7 HP 1 Bomba 2 Quemador
Tablero oficinas	Iluminación

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

CAPÍTULO VII

PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

7.1 Indicadores de Desempeño Energético

Para establecer los indicadores de eficiencia energética los cuales adoptan diferentes formas esto depende de los objetivos buscados. En general son utilizados como indicadores de eficiencia energética todos los índices de consumo, potencia instalada, eficiencia y los índices económico-energéticos [26]. Normalmente en procesos productivos, el IDE relaciona la unidad de energía con la unidad de producción o de valor. Un IDE registrado en un momento varía dependiendo del proceso y se puede elaborar una línea de tendencia que indica la relación de una mayor producción que tiene un mayor consumo.

En el caso de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A, no se puede tener un dato de los indicadores de desempeño energético por unidad de producto ya que existe una gran variedad de productos tanto para las brochas como para plásticos en ese caso se designaría un IDE por cada proceso, al no recibir datos de la producción se identificó otro indicador de desempeño energético basado en el consumo de energía eléctrica por total de costo de venta.

Para analizar el IDE se utilizó el control de consumo de energía (kWh) y el total de costo de ventas (USD) para el año 2019, el indicador establecido para la planta como objeto de análisis es kWh/USDventa.

7.2 Línea Base Energética

La línea base energética establece los parámetros de consumo al momento de efectuado el estudio de la auditoría energética y toma en cuenta la información histórica disponible para un periodo específico en la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A, donde las variables que intervienen en este periodo son (véase en la Tabla 43): Total de costo de venta (USD), variable independiente y el consumo de energía eléctrica (kWh), variable dependiente, quedando definida la línea base como se muestra en la Figura 38.

Tabla 43. Datos utilizados en la elaboración de la línea de base energética

Meses	Consumo de Energía Eléctrica (kWh)	Total de costo de ventas (USD)
Enero	48357,89	96160,22
Febrero	55835,55	111432,55
Marzo	56782,58	111023,97
Abril	46490,67	91642,79
Mayo	51695,6	103096,75
Junio	58246,45	110987,73
Julio	52540,74	112719,47
Agosto	50437,73	100873,22
Septiembre	51716,42	102469,59
Octubre	48738,2	97458,64
Noviembre	32065,28	68792,01
Diciembre	40499,32	83753,54

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

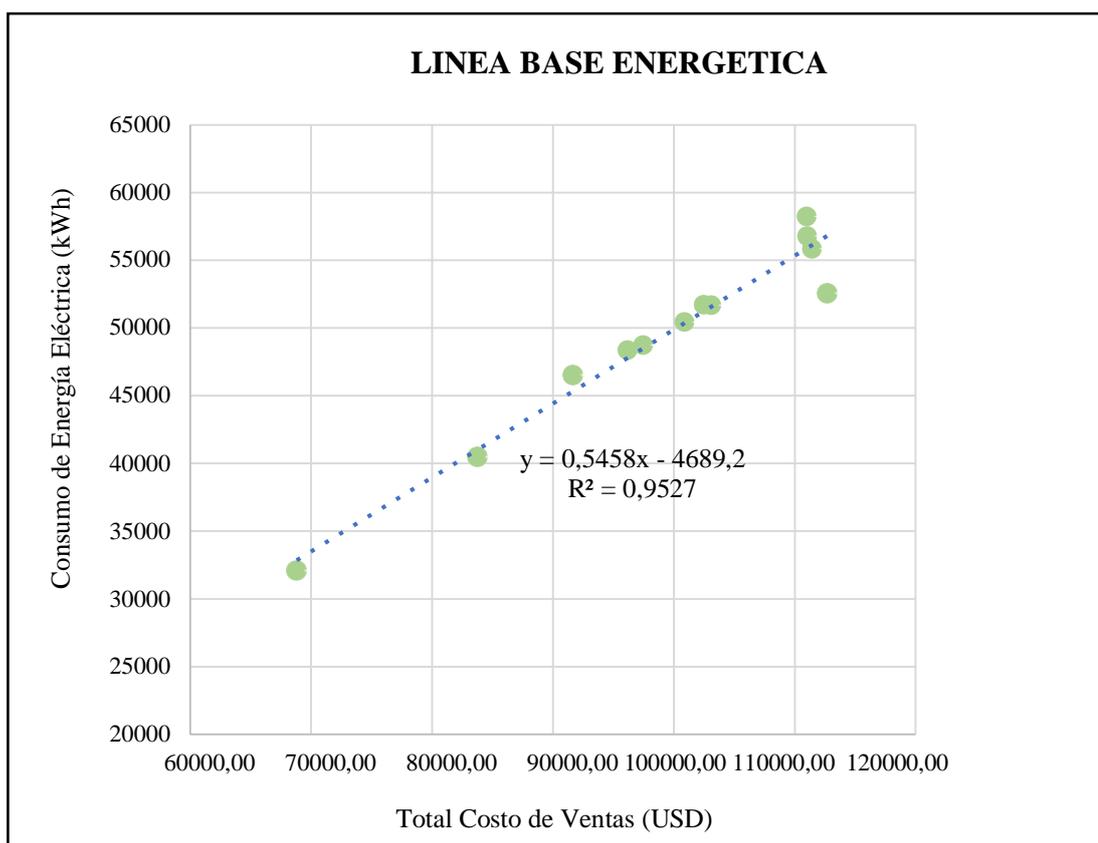


Figura 38. Cálculo de la línea base energética

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

La línea de base energética obtenida es de la forma:

$$E = m \times P + E_0 \left(\frac{kWh}{mes} \right) \dots (\infty) \quad \text{Ecu (1)}$$

$$E = 0,5458 \times P - 4689,2 \left(\frac{kWh}{mes} \right) \dots (1) \quad \text{Ecu (2)}$$

$$R^2 = 0,9527 \quad \text{Ecu (3)}$$

Donde:

E = Consumo de energía eléctrica en un periodo seleccionado.

P = Total de Costo de ventas asociado a la producción.

m = Pendiente de la recta, esto significa la razón de cambio medio del consumo de energía eléctrica respecto al costo de ventas.

E_0 = Intercepto de la línea con el eje “y”, se lo relaciona con la energía no asociada.

R^2 = Factor de correlación.

Considerando el factor de correlación de 0,9527 y de acuerdo a la Tabla 44, el valor se encuentra entre los límites (0,8 - 1) y se le asigna una relación “muy fuerte”.

Tabla 44. Criterio de confiabilidad de los datos para la elaboración de la línea base energética

R^2	Relación E vs 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

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: [27]

De manera que la línea base energética también es utilizada para el cálculo de los ahorros energéticos, esto se refleja como una referencia antes y después de implementar las acciones de mejora del desempeño energético, por ese motivo se establece dicha línea base.

CAPÍTULO VIII

MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA

La auditoría energética y los criterios que se han tomado en cuenta para el establecimiento de la línea base ha permitido determinar acciones de mejora para la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A., considera dos temas: las áreas de consumo y ámbito de acción.

Para las áreas de consumo los criterios son:

- Eléctrico
- Térmico
- Aire comprimido
- Otros

Por ámbito de acción se han agrupado en:

- Tecnologías específicas o en maquinarias (T)
- Implementar energías renovables (ER)
- Procesos (P)
- Empresariales (E)

Dicho esto, en la Tabla 45 se identifica 11 medidas de ahorro y eficiencia energética con diferentes niveles de impacto. Estas medidas como antes mencionado se encuentran agrupadas por área de consumo y ámbito de impacto corresponden a:

Tabla 45. Descripción de las medidas de implementación

Mejora No.	Ámbito	Descripción
1	T	Instalación de un sistema de monitoreo y control del sistema eléctrico
2	P	Cambio de luminarias actual por luminaria más eficiente
3	T	Instalación de motores eléctricos de alta eficiencia
4	P	Automatización de régimen de operación de compresores en función de la demanda
5	T	Cerrar el suministro aire comprimido en máquinas paradas
6	P	Establecer un sistema de evaluación, detección y reparación de fugas de aire comprimido
7	E	Capacitación para el personal a cargo del área energética
8	E	Establecer incentivos al personal en función de resultados en eficiencia energética
9	E	Desarrollar campaña de concientización sobre ahorro de energía
10	ER	Aprovechamiento de los residuos de madera para producción de energía (Biomasa-Gasificación)
11	ER	Instalación solar fotovoltaica

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Se presenta a continuación el diagnóstico y la aplicación de cada una de las mejoras:

8.1 Mejora 1: Instalación de un Sistema de Monitoreo y Control del Sistema Eléctrico

8.1.1. Diagnóstico

Lo que no se mide no se puede controlar. Es importante, tanto para el área técnica como para la administrativa disponer de sistemas de control y monitoreo ya que cuando ocurre una falla en la planta no se tiene información sobre las causas que originaron eventos ni se lleva un registro de la duración de la falla, ni de las medidas que se adoptó para corregir la falla.

8.1.2. Descripción de la Medida

Implementar un sistema de monitoreo y control energético para el consumo eléctrico, consideración la influencia del nivel de producción sobre los índices de consumo, utilizando diversas gráficas como la curva de carga en tiempo real y permita el fácil manejo para el personal técnico.

8.1.3. Análisis de Acción

Para el monitoreo del consumo de electricidad y establecimiento de índices en las tres áreas mayores consumidoras se requiere instalar y adquirir:

- Cuatro data loggers trifásicos de medición de parámetros eléctricos básicos, similar al modelo PM500 de Schneider [28], incluye transformadores de corriente.
- Red de conexión entre los data loggers y un computador central.
- Un computador laptop.
- Un analizador de redes eléctricas trifásico portátil
- Software de administración y gestión de datos.

No tiene relación con un ahorro específico en costos, pero esta medida es básica para medir el impacto de las demás medidas al poder disponer de información inmediata del consumo eléctrico de la planta.

8.2 Mejora 2: Cambio de Luminarias Actual por Luminaria Más Eficiente

8.2.1. Diagnóstico

Se sabe de la eficiencia que genera el implementar la tecnología Led de luz blanca como una alternativa de iluminación eficiente, ya que las lámparas Led presentan niveles bajos de voltaje y consumo se las considera una gran ventaja respecto a los focos incandescentes y lámparas fluorescentes; un estudio revela que consumen aproximadamente un 90% menos que las incandescentes de uso común y el 30% menos que la mayoría de las lámparas fluorescentes, además no contienen ninguna sustancia toxica [28].

Con lo anterior mencionado una medida de ahorro para la planta PBW es implementar lámparas Led para el bloque A01 correspondiente a las oficinas ya que este cuenta con luminarias fluorescentes. El consumo de energía anual para el área de las oficinas con los niveles de iluminación deficiente es de 93.441,6 kWh/año.

8.2.3. Descripción de la Medida

La medida consiste en el cambio de luminarias modernas tipo de 18 W en todas las áreas de oficinas, para reemplazar a las existentes, y tubo LED de 15 W en las áreas de baños, bodegas y circulación, en la Tabla 46 se detalla el área a cambiar y el nivel de iluminación recomendado.

Tabla 46. Elección y distribución de luminaria LED

Área	Potencia (W)	Nivel de iluminación (luxes)
Oficina	18	200
Exhibición	18	300
Baño	15	150
Bodega	15	150
Circulación	15	150

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

8.2.4. Análisis de Acción

Al remplazar las luminarias fluorescentes por LED se reduciría el consumo de energía anual a 45.477,6 kWh/año.

8.3 Mejora 3: Instalación de Motores Eléctricos de Alta Eficiencia

8.3.1. Diagnóstico

Un motor de alta eficiencia para una misma potencia de salida comparado con un motor de tipo estándar tiene una menor potencia de entrada, reduciendo así el consumo eléctrico. Un motor de alta eficiencia llega a niveles del 92% mientras el de los motores actuales en la planta llegan al 80%.

El diagrama de Pareto que fue expuesto en numeral 6.2 de este documento, justifica la necesidad de optimizar el uso de los motores en las áreas de mayor consumo eléctrico.

8.3.2. Descripción de la Medida

Se propone la sustitución de los motores pertenecientes a los secadores y extractores de aserrín, viruta y polvillo, que representan una potencia instalada de 120,06 kW. Los motores a cambiar serían:

Tabla 47. Motores a cambiar

Área	Cantidad	Potencia (kW)	Pot. Total (kW)
Secadores	12	5,22	62,64
	4	11,185	44,74
Extractores	4	2,2371	8,9484
	1	3,728	3,728

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

8.3.3. Análisis de acción

Se debe medir los consumos de cada uno de los motores de los secadores y extractores calculando su eficiencia eléctrica y verificar si se ha programado un mantenimiento

mayor de un motor con cambio de bobinados que justifique la medida de cambio por un motor eficiente. Además, se debe recomendar preparar un programa de sustitución de los motores estándar por motores eficientes en el período de cinco años a medida que los motores se dañen, o si su funcionamiento es defectuoso, se deberá proceder a la sustitución de los motores tipo estándar

8.4 Mejora 4: Automatización de Régimen de Operación de Compresores en Función de la Demanda

8.4.1. Diagnóstico

En las horas de máxima demanda de aire comprimido se trabaja con los dos compresores, al bajar la demanda de aire, por la parada de algunos sistemas y máquinas, está establecido sacar de servicio uno de los compresores. Sin embargo, esto no se realiza siempre, y permanecen en servicio innecesariamente los dos compresores, con el consiguiente sobreconsumo de energía.

8.4.2. Descripción de la Medida

Se propone, como primera fase, implementar un sistema de supervisión sistemática que impida el funcionamiento innecesario de los compresores. Como segunda fase estudiar un proyecto de modificación del sistema de control de los compresores para automatizar dicha operación.

Se propone también, incluir lo referente a la operación con el mínimo de compresores en servicio, dentro de los indicadores a tomar en consideración para la estimulación del personal vinculado a la operación de los mismos en función del ahorro de energía.

8.4.3. Análisis de Acción

- Primera fase: implementar un sistema de supervisión sistemática que impida el funcionamiento innecesario de los compresores.
- Segunda fase: Realizar un estudio detallado para la remodelación del sistema de control de los compresores, determinar costo de inversión e indicadores de rentabilidad del proyecto.

8.5 Mejora 5: Cerrar el Suministro Aire Comprimido en Máquinas Paradas

8.5.1. Diagnóstico

No todos los equipos de uso final de aire comprimido trabajan simultáneamente los turnos. Sin embargo, no se cierra el suministro de aire a los equipos que no están funcionando, lo que ocasiona que las fugas en esos circuitos y máquinas se sigan produciendo.

8.5.2. Descripción de la Medida

La medida es muy sencilla, y no requiere inversión alguna: cerrar el suministro de aire, sacar de servicio algunos equipos, abrir el suministro al poner en funcionamiento el mismo.

8.5.3. Análisis de Acción

- Elaborar un instructivo interno para la implementación de la medida.
- Controlar sistemáticamente el cumplimiento de la misma.

8.6 Mejora 6: Establecer un Sistema de Evaluación, Detección y Reparación de Fugas de Aire Comprimido

8.6.1. Diagnóstico

Algo semejante ocurre con las fugas de aire comprimido, si no son detectadas estarían representando un consumo innecesario.

8.6.2. Descripción de la Medida

Establecer un sistema de revisión sistemática y reparación oportuna de las fugas de aire comprimido.

8.6.3. Análisis de Acción

- Adquirir equipo ultrasónico de detección de fugas.

- Realizar revisión del sistema de distribución y uso final del aire comprimido para detectar y reparar las principales fugas.
- Establecer dentro del plan de mantenimiento la revisión sistemática del sistema de aire comprimido y la reparación oportuna de las fugas.
- Realizar periódicamente pruebas para determinar el porcentaje de fugas en el sistema de aire comprimido.

8.7 Mejora 7: Capacitación para el Personal a Cargo del Área Energética

8.7.1. Diagnóstico

Al analizar la estructura de energía por áreas se evidencia que los mayores consumos están en las áreas de producción, secaderos y carpintería, en los compresores de aire y en las inyectoras.

El personal de operación y los supervisores vinculados con estas áreas y equipos es el que adopta las decisiones sobre eficiencia energética en la planta.

8.7.2. Descripción de la Medida

Desarrollar un programa de capacitación especializado en ahorro de energía para el personal técnico de la planta Plásticos y Brochas Wilson.

8.7.3. Análisis de Acción

Contratar a una empresa especializada para que elabore un programa de capacitación al personal técnico del área eléctrica y mecánica de la planta a cargo del área energética.

El programa de capacitación debe incluir cursos específicos para el personal de operación relacionados con su trabajo concreto, así como cursos para el personal técnico sobre administración de energía y oportunidades de ahorro de energía en diferentes sistemas.

8.8 Mejora 8: Establecer Incentivos al Personal en Función de Resultados en Eficiencia Energética

8.8.1. Diagnóstico

No existe un sistema de incentivos para el personal, en función a su desempeño individual y de los resultados alcanzados en la mejora de los índices de consumo de energía.

8.8.2. Descripción de la Medida

Establecer un sistema de estímulos para el personal técnico y de obreros que permitan aplicar las medidas y acciones de eficiencia energética de la planta.

8.8.3. Análisis de Acción

Establecer un sistema de reconocimiento moral e incentivos económicos para el personal, basado en indicadores de desempeño individual y en los resultados que se alcancen en la reducción de los índices de consumo de energía.

Estimular la creatividad y participación del personal de la planta en la formulación y presentación de ideas y proyectos que conduzcan al ahorro de energía, mediante el establecimiento de un sistema de premios e incentivos, al que se puede destinar un determinado porcentaje de los ahorros concretos que se obtengan con las propuestas que resulten finalmente aprobadas y aplicadas.

8.9 Mejora 9: Desarrollar Campaña de Concientización Sobre Ahorro de Energía

8.9.1. Diagnóstico

El alto costo de los energéticos es una parte importante de los costos de producción. El método tradicional usado por parte de la administración de los recursos energéticos no logra reducir el costo de consumo sin la necesidad de realizar grandes inversiones en cambios de tecnología, se debe concientiar al personal técnico directivo y de

obreros sobre la importancia de las medidas de ahorro energético mediante una política permanente.

8.9.2. Descripción de la Medida

Se recomienda desarrollar una campaña de concientización y así lograr involucrar a todo el personal de la planta sobre el ahorro de energía, la eficiencia energética y los resultados que se esperan conseguir mediante la implementación de un sistema de concientización energético, enfocado en los siguientes puntos:

- Saber identificar y evaluar los potenciales equipos procesos que generen una reducción de costos de energía, de esta manera la organización analizara las mejoras en los procedimientos de producción, mantenimiento y operación y cambios tecnológicos.
- Es importante planear la reducción del consumo energético para cada área y equipo clave, todo esto se realizará en función de sus costos de las posibilidades reales.
- Establecer las herramientas de control, prevención y corrección requeridas para cumplir con las metas y objetivos establecido en la reducción de costos y consumos.
- Analizar alternativas para reducir y controlar el impacto ambiental correspondiente al uso de la energía.

8.9.3. Análisis de acción

La implementación de esta medida sería parte del programa operativo anual de la empresa y debe estar liderado y apoyado por los altos mandos de la planta.

Es importante hacer un seguimiento del cumplimiento de estas políticas de concientización de ahorro y eficiencia energética, lo que debe estar a cargo de un responsable designado para el efecto.

8.10 Mejora 10: Aprovechamiento de los Residuos de Madera para Producción de Energía (Biomasa-Gasificación)

Dentro de las energías renovables, la biomasa es una alternativa capaz de sustituir a los combustibles fósiles reduciendo en ingreso a sus mercados de energía, siendo una fuente de dióxido de carbono (CO₂) neutral, su termo conversión genera bajas emisiones de dióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x). Un estudio revela que el potencial de energía es 70 Gtep/año a partir de la biomasa, en la actualidad la biomasa proporciona entre el 7 y 14 % de la energía consumida, con posibilidades de incremento entre un 6 y 9 % en los próximos 20 años [29].

Existen procesos de conversión térmica de la biomasa estos son por pirolisis, combustión y la gasificación, para este documento se adentrará en detalle el proceso de gasificación ya que presenta una mayor eficiencia de conversión en comparación a las antes mencionadas. Se establece que en la práctica la gasificación puede convertir de un 60 % a un 90 % de la energía de la biomasa en energía del gas [30].

La tecnología de gasificación de la madera consiste en una quema en un ambiente controlado de oxígeno de la madera previamente procesada en pellets o briquetes para mediante un proceso de pirólisis producir gas hidrógeno y monóxido de carbono. Estos gases se procesan y se envían para su combustión en un grupo electrógeno a gas o diésel [32].

8.10.1. Diagnóstico

En consecuencia, la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A. tiene como materia prima el uso de madera y en el proceso que lleva formar los magos de las brochas se genera residuos tanto como aserrín, retazos y viruta siendo potencialmente atractivos para producir electricidad ya que se encuentran concentrados en un determinado depósito por ende su costo de transportación es relativamente bajo si se piensa en implementar un sistema de gasificación de la biomasa.

8.10.2. Descripción de la Medida

La tecnología ha sido aplicada con mucho éxito en varias partes del mundo. Se dispone de información sobre proveedores de los USA, Europa y de la India que podrían ofertar

el suministro e instalación estos equipos [32] para la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A, es importante realizar un estudio técnico económico para analizar el aprovechamiento de los residuos de madera para producción de calor y electricidad.

La generación eléctrica con biomasa puede aplicar a la Regulación 004/04 del Consejo Nacional de Electricidad que otorga un precio regulado de USD 0,0904 por kWh. Existiendo dos alternativas el autoconsumo o la energía producida por la biomasa se vende al sistema nacional interconectado y se compra la energía a la Empresa Eléctrica Quito.

8.10.3. **Análisis de Acción**

Contratar con una empresa especializada en la realización de un estudio para el aprovechamiento energético de la corteza de residuo de la planta. Este estudio deberá contemplar, principalmente los siguientes aspectos:

- Determinar el volumen real de residuo de corteza que se dispone en la planta.
- Determinar las características energéticas del residuo.
- Efectuar una valoración del potencial energético aprovechable de la corteza, mediante la conversión en sistemas de pellets o briquetes.
- Contactar a posibles proveedores para obtener información de equipos de gasificación de madera, características, precios, etc.
- Hacer una evaluación económica de la alternativa y sugerir su implantación en caso de ser favorable.

8.11 Mejora 11: Instalación Solar Fotovoltaica

Un sistema fotovoltaico consiste en un conjunto de módulos FV, formados a su vez por la interconexión de células solares, que transforman la energía solar incidente en energía eléctrica la cual depende fundamentalmente de la irradiación solar incidente y de la temperatura.

Se puede utilizar la energía generada por el sistema fotovoltaico para el aprovechamiento de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A, o bien inyectar la

energía sobrante directamente a la red de distribución eléctrica mediante la Regulación 03-18 (ARCONEL).

8.11.1. **Descripción General**

La medida de ahorro que se propone es instalar una planta fotovoltaica sobre el techo de las instalaciones de Plásticos y Brochas Wilson S.A, la fábrica será principalmente atendida por la red de la empresa eléctrica EEQ, y también por un conjunto de paneles fotovoltaicos e inversores que atiendan el consumo de la planta. La generación del sistema fotovoltaico no está destinada o conectada a una carga específica ni tampoco se puede asociar a una carga como la iluminación, sino que la conexión es directa al nivel del medidor de la industria y contribuye a reducir una parte del consumo total. La ventaja de las instalaciones fotovoltaicas sobre techo es la posibilidad de consumir directamente, la energía producida por la planta fotovoltaica (autoconsumo), se determinará la potencia y energía que se puede generar para determinar la disminución por compra de energía eléctrica, y el tiempo de retorno de la inversión. A continuación, se describe el resultado de la modelación, la información de consumo y demanda se tomó de la planilla de consumo eléctrico promedio del año 2018 y 2019 de planta Plásticos y Brochas Wilson S.A.

8.11.2. **Descripción de Programa PV*SOL**

El software empleado en realiza el cálculo y simulación para este proyecto es llamado PV*SOL® y se obtiene de forma gratuita y pagada [33], se debe tener en cuenta las limitaciones propias de este tipo de software de demostración, como cualquier software que trabaja con Windows, posee menús específicos de los programas que se ejecutan bajo este sistema operativo, además cuenta con menús propios para el manejo de aspectos técnicos, económicos y ambientales que son los que se detallaran en este apartado, sin excluir el comportamiento del sistema fotovoltaicos considerando varios aspectos.

8.11.3. Principales Componentes del Sistema Fotovoltaico

Los términos y componentes utilizados en un sistema fotovoltaico son de suma importancia y requiere saber de su conocimiento ya que representan los parámetros técnicos a utilizar en una instalación real, puesto que al simular en el software PV*SOL este solicita ingresar la características y datos de diferentes equipos.

En los Anexo 10 se describen los datos técnicos del módulo fotovoltaico elegidos para la simulación, es un módulo monocristalino, modelo AMERISOLAR AS-6M 380W, plantado por Amerisolar [35]. Otro componente principal es el inversor cuya función es convertir la corriente continua del panel fotovoltaico a corriente alterna, para realizar la simulación se seleccionó diferentes modelos de inversores como FRONIUS Symo 10.0-3-M y Conext CL-60A con sus respectivos fabricantes Fronius International y Schneider Electric, una de las características de diseño de los inversores en base de estándares internacionales, es que cuando hay una falla de la red eléctrica, el inversor se apaga automáticamente y no entrega energía a la carga. De esta forma se asegura que por cualquier motivo no haya un voltaje en el tablero de conexión a menos que se tenga energía de la red pública [36] [37]. De igual manera en el Anexo 11 y 12 se encuentra especificado los datos técnicos de estos inversores.

8.11.4. Resultados de la Simulación

Se ha puesto a disposición varias alternativas para la instalación del techo solar con capacidad de 34,2kWp, 68,4 kWp y 136,8 kWp con conexión a la red. Además, a cada simulación con sus diferentes alternativas se los denomina escenario.

8.11.4.1 Escenario 1: Proyecto de 34,2 kWp

Con base a las condiciones y demanda que se ingresó en el software, el primer escenario se diseñó para una potencia generada por este sistema fotovoltaico de 34,2 kWp; se considera la superficie disponible de 174,6 m² destinada para el techo solar sobre el bloque A01 que corresponde al área de las oficinas teniendo en cuenta que los otros bloques están propensos a generar residuos de madera y por ende los módulos

necesitarían un constante mantenimiento. Además, cuenta con una irradiación global sobre el módulo de 2.003,37 kWh/m².

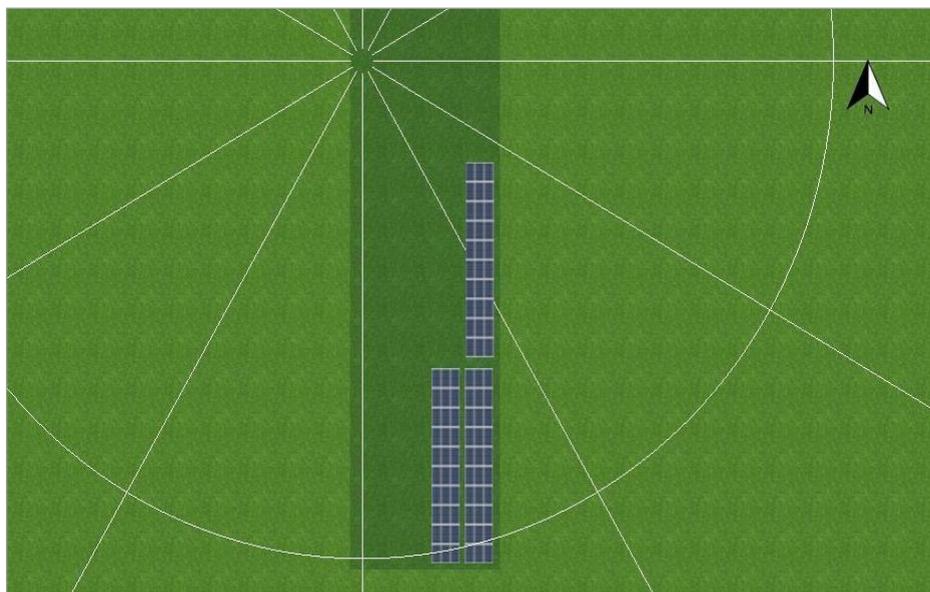


Figura 39. Vista general del diseño, escenario 1
Fuente: Software PV*SOL

Para dimensionar el tamaño del proyecto fotovoltaico, se determinó la cantidad de módulos solares distribuidos en una superficie de 174,6 m²; en la Tabla 48 se establece la cantidad de equipos y parámetros técnicos para este diseño. Para no extender el proyecto, se puede ver en los Anexos 10 y 11 en el cual se detallado las hojas técnicas de los equipos antes mencionados y el resumen de diseño de PV*SOL.

Tabla 48. Descripción de los equipos, escenario 1

Equipos	Cantidad	Fabricante	Modelo
Modulo Solar	90	Amerisolar	AS-6M 380W
Inversor	3	Fronius Symo	10.0-3-M

Elaborado por: N. Daniela Simbaña
Fuente: Software PV*SOL

En la Figura 38, se observa el diagrama esquemático correspondiente a un arreglo de 2 series de 15 módulos cada una, para los tres inversores, dando como resultado un total de 90 módulos útiles para este sistema.

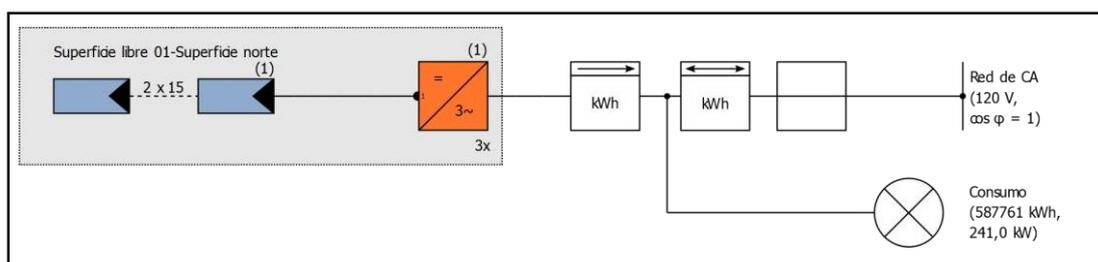


Figura 40. Diagrama esquemático, escenario 1.
Fuente: Software PV*SOL

Para analizar la simulación del sistema de 34,2 kWp, se ha empleado Tabla 49 detallando sus valores y unidades correspondientes.

Tabla 49. Resultado de la simulación, escenario 1

Descripción	Valor	Unidades
Energía de generador FV (Red CA)	60.251	kWh
Consumo propio directa	43.102	kWh
Inyección en la red	17.152	kWh
Rendimiento anual	1.761,72	kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	83,9	%

Elaborado por: N. Daniela Simbaña
Fuente: Software PV*SOL

Asimismo, se tiene una fracción de cobertura solar para este sistema corresponde a un 7,3% teniendo en cuenta que depende de muchos factores, como la carga, las dimensiones de los módulos, su funcionamiento y el clima. Vale la pena mencionar que las emisiones de CO2 evitadas corresponde a 53 kg/año, considerando que está catalogado como una fuente renovable.

La Figura 41 muestra el flujo de energía utilizado para este sistema con los datos mencionados en la Tabla 49; como parte de la simulación se usó el consumo anual 587.761 kWh correspondiente al promedio de facturación de los años 2018-2019.

Gráfico de flujo de energía

Proyecto: Techo Solar fotovoltaico Brochas Wilson

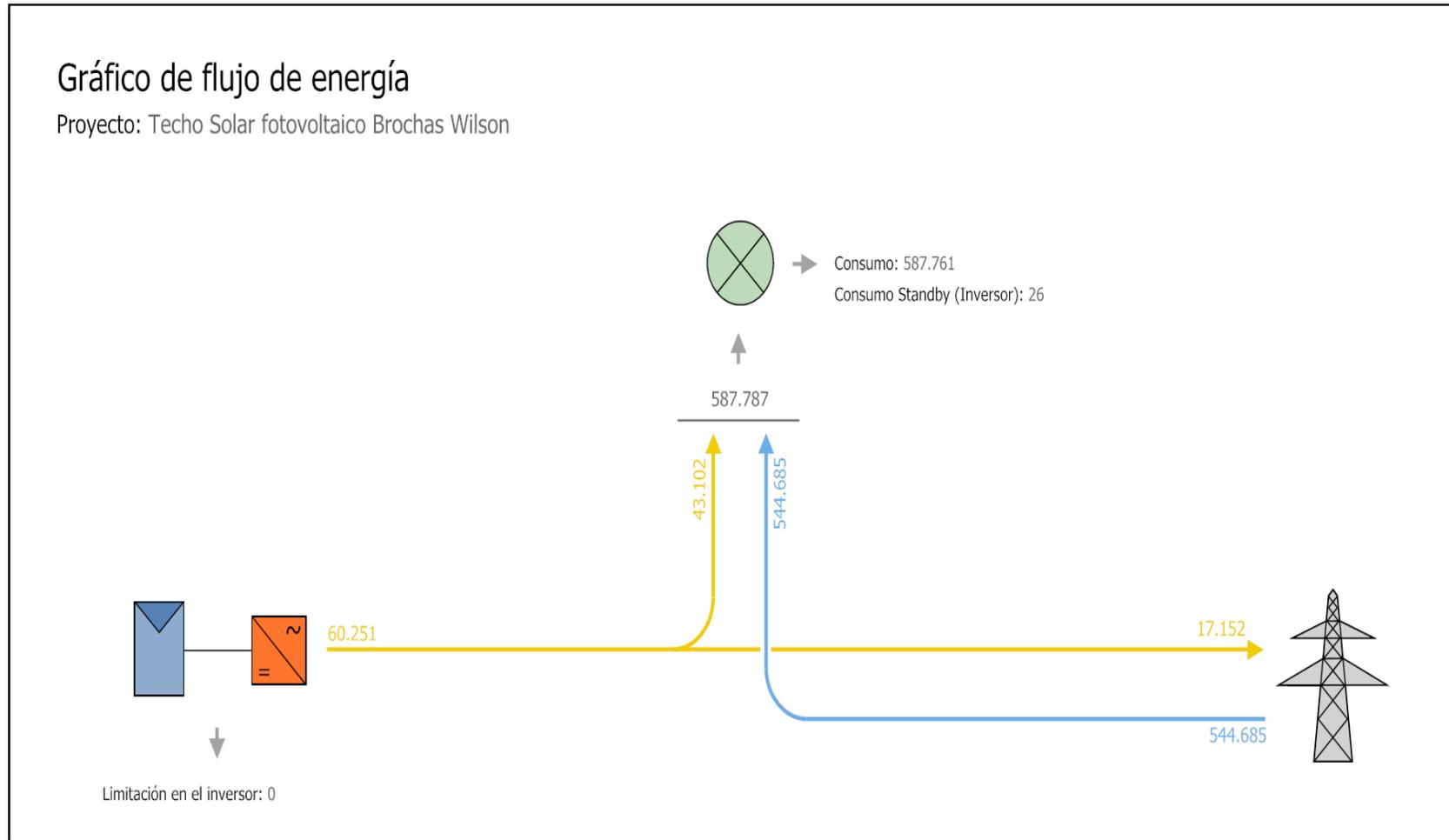


Figura 41. Flujo de energía, escenario 1.
Fuente: Software PV*SOL

8.11.4.2 Escenario 2: Proyecto de 68,4 kWp

De igual manera para el segundo escenario, se diseñó para una potencia generada por este sistema fotovoltaico de 68,4 kWp; para todos los escenarios el área destinada para el techo solar es sobre el bloque A01 y la superficie empleada para colocar los paneles es de 349,3 m². Además, cuenta con una irradiación global sobre el módulo de 2.003,37 kWh/m².

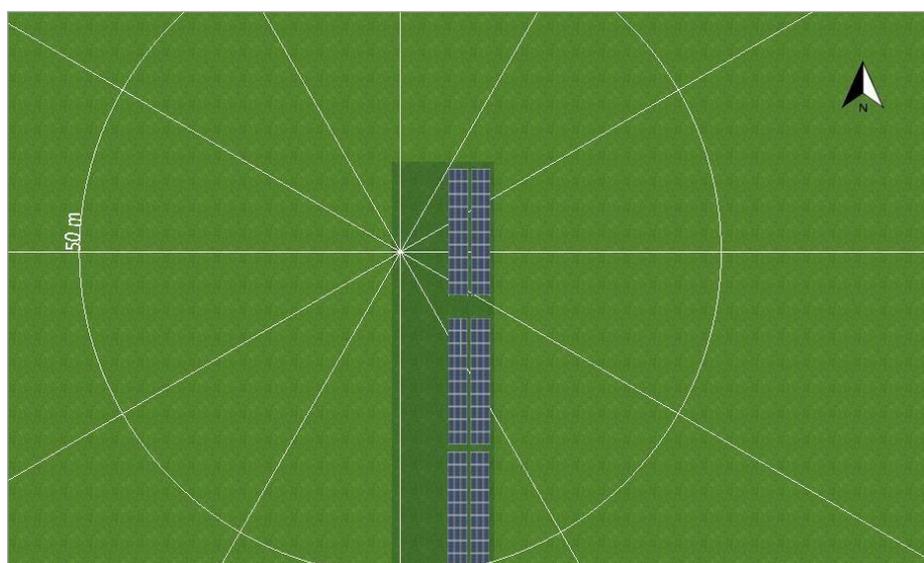


Figura 42. Vista general del diseño, escenario 2
Fuente: Software PV*SOL

Para el diseño del escenario 2 se empleó módulos fotovoltaicos e inversores de diferentes fabricantes, en la Tabla 50 se detalla los equipos y la cantidad a ser empleados.

Tabla 50. Descripción de los equipos, escenario 2

Equipos	Cantidad	Fabricante	Modelo
Modulo Solar	180	Amerisolar	AS-6M 380W
Inversor	1	Schneider Electric	Conext CL-60 A (UL), 60 kW (NA)

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En los Anexos 10 y 12 se encuentra detallado las hojas técnicas de los equipos antes mencionados y el resumen de diseño en PV*SOL.

Se determinó la cantidad de módulos solares para una superficie de 349,3 m²; en la Figura 43 se observa el diagrama esquemático para el segundo escenario al cual le corresponde a un arreglo de 10 series de 18 módulos para un inversor, dando como resultado un total de 180 módulos empleados para este sistema.

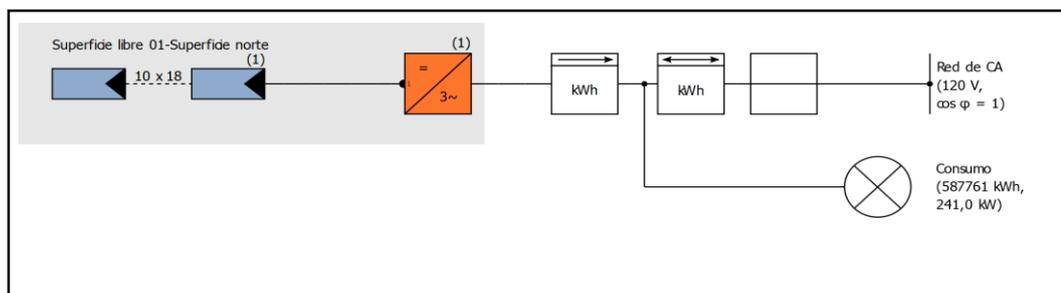


Figura 43. Diagrama esquemático, escenario 2.
Fuente: Software PV*SOL

Para analizar el sistema fotovoltaico de 68,4 kW_p, se empleó la Tabla 51 donde se muestra los valores generados por la simulación.

Tabla 51. Resultado de la simulación, escenario 2

Descripción	Valor	Unidades
Energía de generador FV (Red CA)	120.372	kWh
Consumo propio directa	86.048	kWh
Inyección en la red	34.328	kWh
Rendimiento anual	1.759,82	kWh/kW _p
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	83,8	%

Elaborado por: N. Daniela Simbaña
Fuente: Software PV*SOL

Los valores descritos en la Tabla 51 como la energía generada, consumo propio e inyección a la red, se puede observar en la Figura 44 representada como un flujo de energía. De igual manera cuenta con una fracción de cobertura solar correspondiente a un 14,6 % y las emisiones de CO₂ evitadas corresponde a 106 kg/año.

Gráfico de flujo de energía

Proyecto: Techo Solar fotovoltaico Brochas Wilson

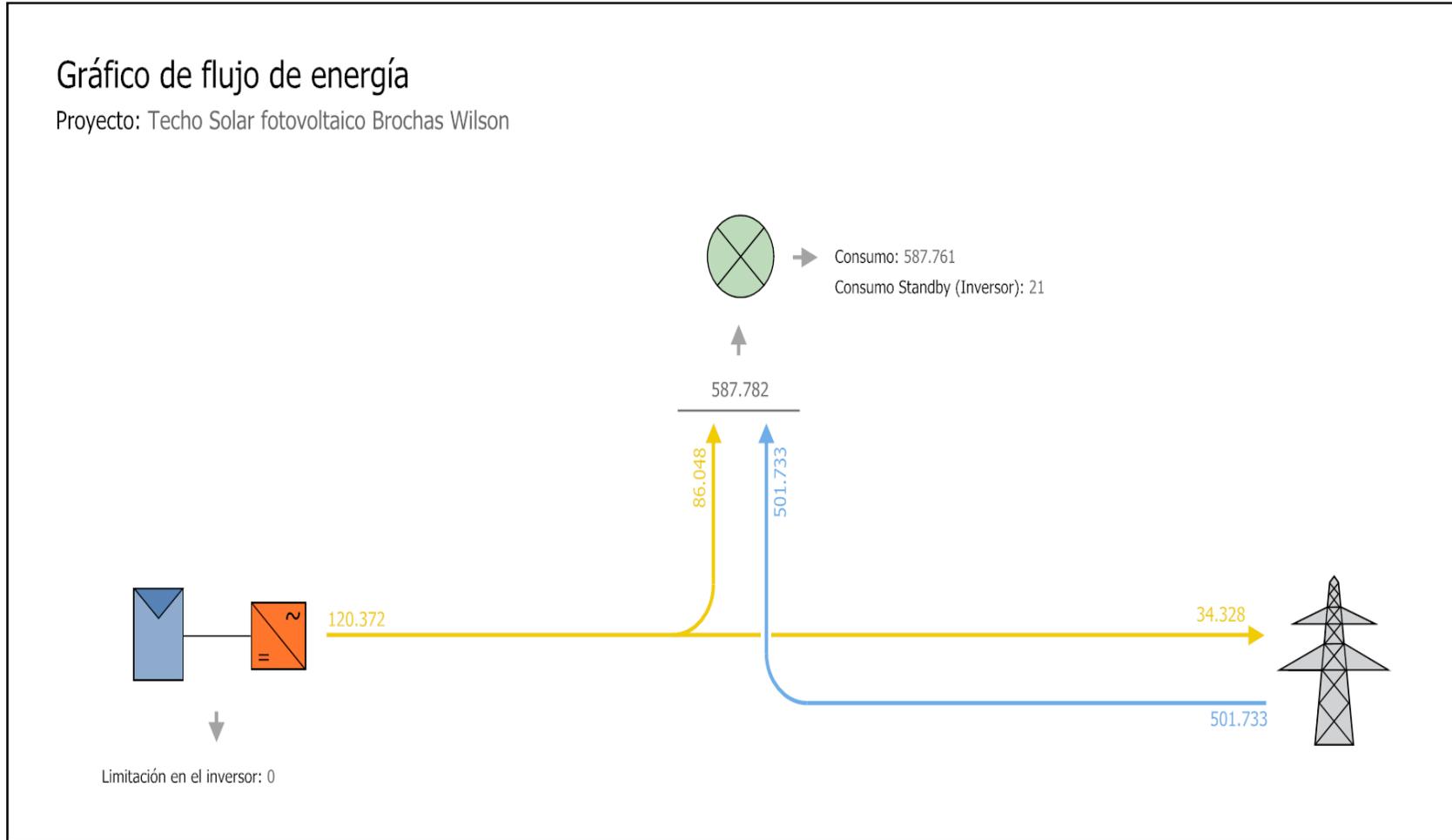


Figura 44. Flujo de energía, escenario 2.
Fuente: Software PV*SOL

8.11.4.3 Escenario 3: Proyecto de 136,8 kWp

Finalmente, para el escenario 3 se diseñó un sistema fotovoltaico para una potencia máxima pico de 136,8 kWp, similar a los escenarios anteriores el área destinada para el techo solar es sobre el bloque A01 y la superficie empleada para colocar los módulos es de 698,5 m², asimismo cuenta con una irradiación global sobre el módulo de 2.003,37 kWh/m².

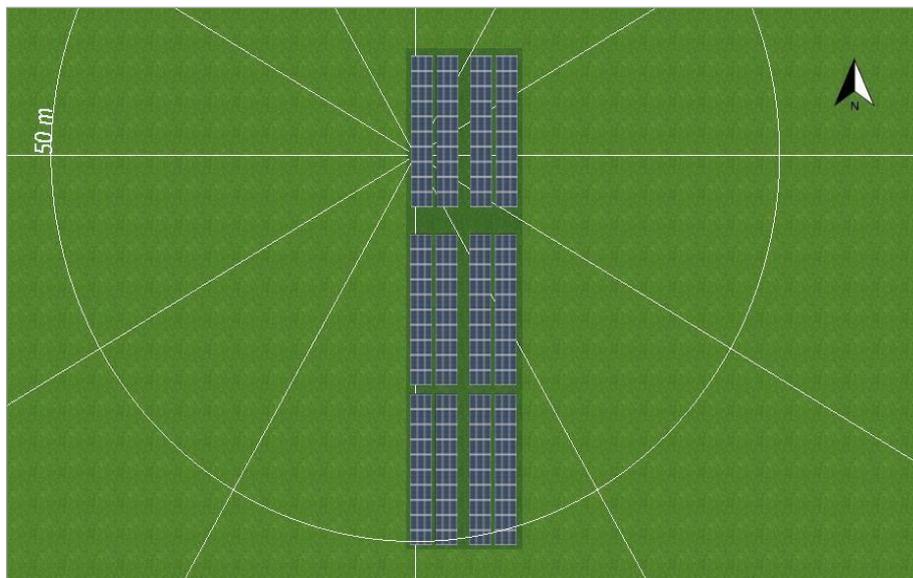


Figura 45. Vista general del diseño, escenario 3
Fuente: Software PV*SOL

De modo similar, para el diseño del escenario 3 se eligió módulos e inversores de diferentes fabricantes, en la Tabla 52 se detalla el modelo y la cantidad empleado.

Tabla 52. Descripción de los equipos, escenario 3

Equipos	Cantidad	Fabricante	Modelo
Modulo Solar	360	Amerisolar	AS-6M 380W
Inversor	2	Schneider Electric	Conext CL-60 A (UL), 60 kW (NA)

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

En los Anexos 10 y 12 se encuentra detallado las hojas técnicas de los equipos antes mencionados y el resumen de diseño de PV*SOL.

Por consiguiente, los módulos solares se distribuyen en una superficie de 698,5 m² y se tiene el siguiente diagrama esquemático en la Figura 46, este arreglo corresponde a 10 series de 18 módulos esto se repite para dos inversores, dando como resultado un total de 360 módulos empleados para este sistema.

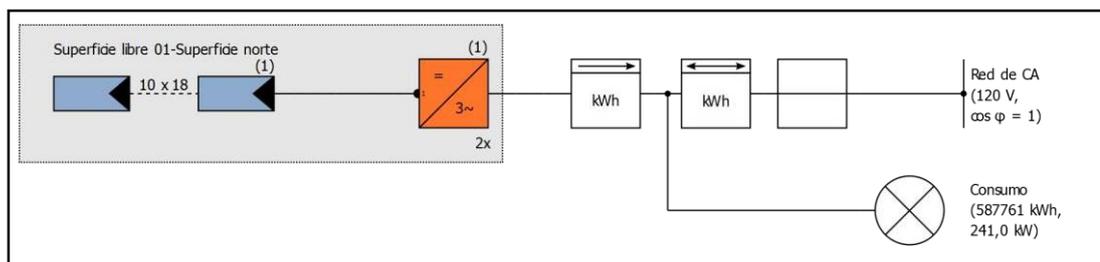


Figura 46. Diagrama esquemático, escenario 3.
Fuente: Software PV*SOL

En la Tabla 53 se describe los valores generados por la simulación.

Tabla 53. Resultado de la simulación, escenario 3

Descripción	Valor	Unidades
Energía de generador FV (Red CA)	240.895	kWh
Consumo propio directa	159.867	kWh
Inyección en la red	81.037	kWh
Rendimiento anual	1.760,93	kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	83,8	%

Elaborado por: N. Daniela Simbaña
Fuente: Software PV*SOL

Para un sistema fotovoltaico con capacidad de 136,8 kWp se tiene el siguiente flujo de energía, observe Figura 47, en el que se especifica el consumo propio y el valor de inyección a la red. Además, se cuenta con una fracción de cobertura solar corresponde a un 27,2 % y vale la pena señalar que las emisiones de CO₂ evitadas corresponde a 212 kg/año.

Gráfico de flujo de energía

Proyecto: Techo Solar fotovoltaico Brochas Wilson

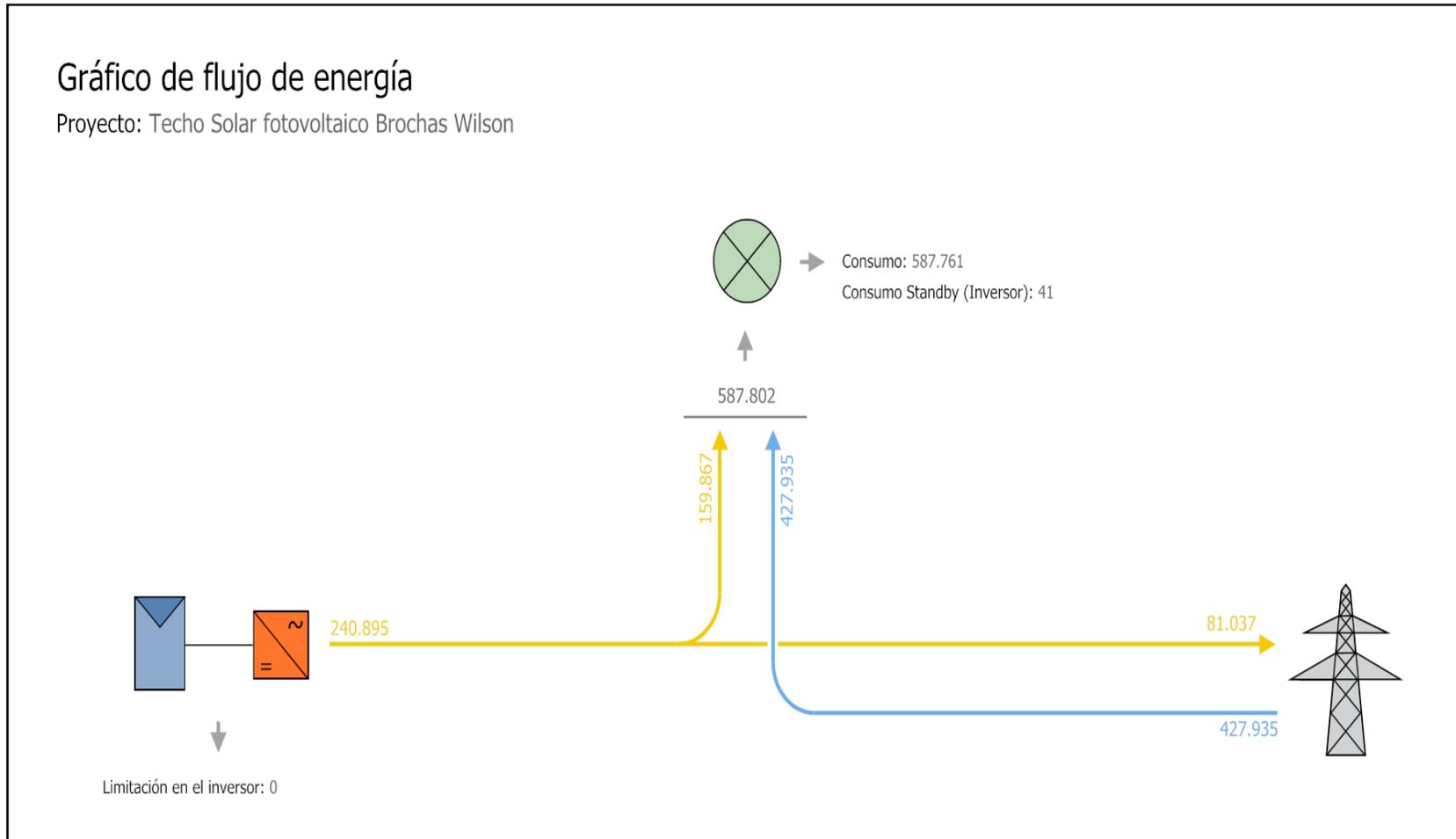


Figura 47. Flujo de energía, escenario 3.
Fuente: Software PV*SOL

8.11.5. Análisis Económico

En el presente análisis económico propuesto se realizó en base a diferentes aspectos y datos sin prejuicio de otra oferta que se pueda presentar luego, por consiguiente, para los tres escenarios mencionados con anterioridad se tomó un periodo de consideración correspondiente a 25 años, en la Tabla 54 se detalla varios parámetros económicos como la rentabilidad de activos la cual presenta la rentabilidad financiera de la planta, comparando la utilidad obtenida en relación con la inversión realizada, el flujo de caja acumulado [37].

Todos los valores del flujo de caja, para cada escenario se encuentra tabulado en los Anexo 13, 14 y 15, respectivamente.

Tabla 54. Análisis de los parámetros económicos

Potencia de generador FV (kWp)	Energía de generador FV (kWh/año)	Rentabilidad del activo (%)	Cashflow acumulada (caja) (\$)	Duración amortización (Años)	Coste de producción de energía (\$/kWh)
34,2	60.251	18,91	95.015,27	5,3	0,03
68,4	12.372	19,95	203.474,41	5	0,03
136,8	240.895	20,49	420.977,49	4,9	0,02

Elaborado por: N. Daniela Simbaña

Fuente: Reporte PV*SOL

Por otro lado, en la Figura 48, se representará el flujo de caja anual para un periodo de vida útil del proyecto de 25 años, para los tres escenarios planteados.

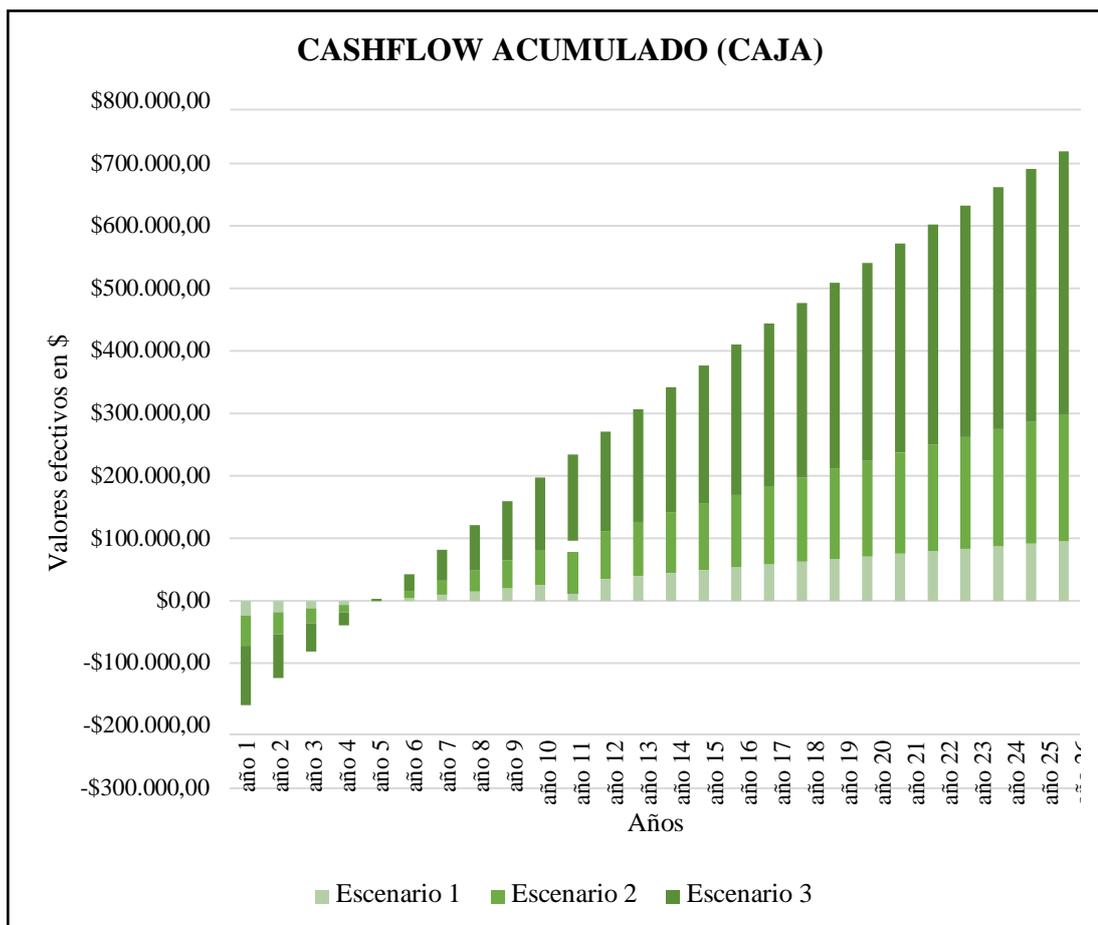


Figura 48. Flujo de caja acumulado
 Elaborado por: N. Daniela Simbaña
 Fuente: Reporte PV*SOL

En la Tabla 55, se detalla los costos de inversión y ahorros mensuales de las alternativas con plantas fotovoltaicas, todas las plantas tienen un tiempo de retorno simple alrededor de 5 años.

Tabla 55. Análisis de pagos y ahorros

Potencia de generador FV (kWp)	Costo específico de inversión (\$/kWp)	Costo de inversión (\$)	Costo anual (\$/años)	Ahorros durante el primer año (\$/año)
34,2	880	30.096	600	6.601,62
68,4	880	60.192	600	13.192,15
136,8	880	120.384	600	26.401,02

Elaborado por: N. Daniela Simbaña
 Fuente: Reporte PV*SOL

Por otra parte, en la Tabla 55 se puede observar los ahorros generados durante un año, pero para la Figura 49 se ha tomado los valores de ahorro mensual generada por el reporte de PV*SOL, los valores tabulados se encontrar en el Anexo 16, 17 y 18. En estas condiciones se observa los ahorros de costos de electricidad que ganaría si se implanta el sistema con los 3 escenarios sea 34,2 kWp, 68,4 kWp y 136,8 kWp referente al costo sin un sistema fotovoltaico.

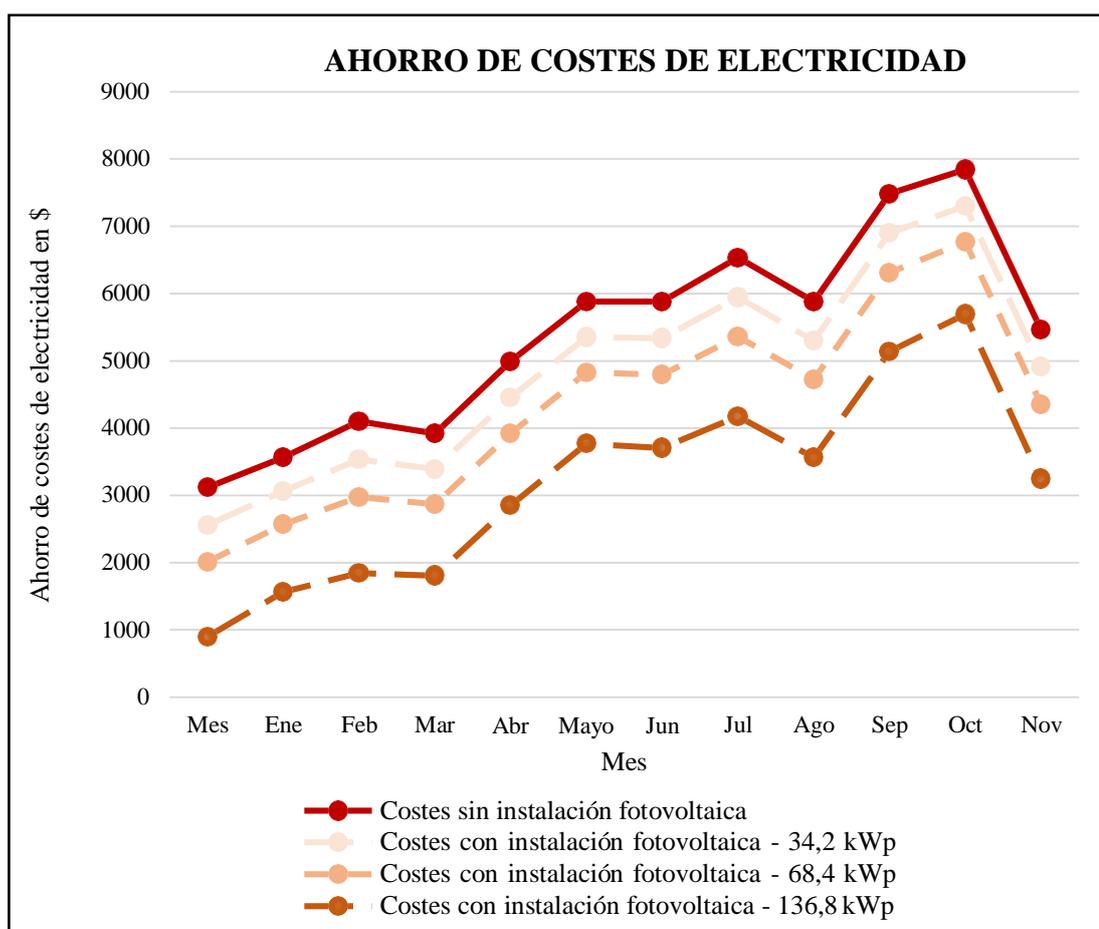


Figura 49. Ahorro de costo de energía
 Elaborado por: N. Daniela Simbaña
 Fuente: Reporte PV*SOL

Es importante mencionar que el mantenimiento de los paneles solares es realmente mínimo, solo se necesitará realizar dos limpiezas al año. Además, los paneles solares cuentan con una garantía de 25 años, lo que le convierte a este tipo de productos en la mejor alternativa a largo plazo.

CONCLUSIONES

- El sistema de gestión de energía conforme a la norma ISO 50001, compone una de las bases fundamentales para mejorar la eficiencia energética, lograr una mayor competitividad y otros beneficios adicionales para las organizaciones que lo adopten.
- El estudio de la Auditoría Energética permitió analizar las condiciones del consumo eléctrico en las instalaciones de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A y como resultado de la misma se identificó problemas, los cuales se pueden resolver con medidas de ahorro energético.
- Se analizó el consumo de energía por cada bloque de la planta dando como resultado que el bloque B03 es el de mayor consumo ya que alimenta la mayor cantidad de equipos y maquinaria, por esta razón se analizó las medidas tomadas del tablero de distribución principal, mediante el principio de Pareto se identificó los subtablero idóneos para aplicar las medidas de mejora.
- La Línea Base Energética parte de unos valores significativos como el alto consumo de electricidad (kWh) y el total de costo de venta (USD), al no contar con los históricos de producción se utilizó el costo de ventas, obteniéndose como línea base la ecuación $y=0,5458x-4689,2$.
- Las medidas de ahorro energético fueron clasificadas en varios tipos dependiendo de su ámbito de acción: tecnológicas, administrativas, renovables y de procesos; posteriormente, siguiendo una metodología establecida, se pondero las medidas tomando en cuenta los criterios de ahorro energético kWh/año y en el caso de las medidas (ER) reducción tonCO2/año.
- Al no involucrarse el área administrativa en este proyecto, las medidas de ahorro no se analizar mediante costos puesto que no se cuenta con los datos históricos de la producción correspondientes al año 2019; por esta razón las medidas misionadas solo cuentan con el análisis y sugerencias para tener una guía al momento de ser implementadas

- La única medida de ahorro que se analizó económicamente es la implementación de un sistema fotovoltaico, demostrando la viabilidad técnica y financiera; se deberá considerar los 3 escenarios propuestos a medida que los recursos así lo permitan y reducir los costos por pago de electricidad.
- Se requiere una mayor involucración de la dirección ya que la misma garantizando los recursos humanos, económicos y de capacitación al personal.

RECOMENDACIONES

- Con mira hacia la implementación de un sistema de gestión energética dentro de la planta se recomienda realizar una identificación energética considerando un periodo de tiempo más amplio que el utilizado y con todos los datos proporcionados para dicha implementación.
- Al no contar con los datos de consumo de combustible y de agua no se puede desarrollar un indicador de desempeño para las emisiones de CO₂ y para el consumo del agua en m³, se recomienda analizar estos indicadores de desempeño ya que pueden resultar un punto clave para implementar medidas de ahorro y reducir su consumo.
- Se recomienda generar una nueva línea base con un indicador de desempeño energético con el consumo energético vs la producción (kWh/ton).
- Se debe analizar los resultados de las medidas propuestas y preparar las acciones y ponerlas en práctica; por motivos del no acompañamiento por parte de dirección, en esta implementación no se estableció el Comité de Gestión de Energía encargado del seguimiento y cumplimiento de un plan de gestión de energía.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, «Eficiencia Energética para la Industria en el Ecuador,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.energia.gob.ec/biblioteca/>. [Último acceso: Diciembre 2019].
- [2] Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía y Hacienda; y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, «Comunidad ism,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.comunidadism.es/herramientas/guia-de-auditorias-energeticas-en-sector-industrial>. [Último acceso: 08 Abril 2020].
- [3] F. J. Rey , Auditorias Energéticas, 2008.
- [4] A. E. Borroto Nordelo y J. Monteagudo Yanes, Gestión y Economía Energética, Cuba: Universidad de Cienfuegos, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, 2006.
- [5] A. Thumann y W. Younger, Handbook of Energy Audits, 7 ed., 2008, p. 476.
- [6] R. Rosas Moya, «AUDITORÍAS ENERGÉTICAS,» Noviembre 2010. [En línea]. Available: <http://www.adinelsa.com.pe/files/publicaciones/8.pdf>. [Último acceso: 08 Abril 2020].
- [7] Publicado por la Secretaría Central de ISO, Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso, Ginebra, 2011, p. 34.
- [8] A. C. d. E. Energética, Guía de implementación Sistema de Gestión de la Energía basada en la Norma ISO 50001, 2 ed., Santiago: AChEE, 2012.
- [9] Confederación Empresarial de Madrid (CEOE), Agencia de Desarrollo Económico, «Guía para la implantación del Sistema de Gestión Energética en pymes industriales en la ciudad de Madrid,» 18 Marzo 2011. [En línea]. Available: <https://n9.cl/hriw>. [Último acceso: Diciembre 2019].
- [10] M. de Laire, Y. Fiallos y Á. Aguilera, «Guía de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía basada en la ISO50001,» Febrero 2018. [En línea]. Available: https://issuu.com/guias-agencia-ee/docs/guiaiso_50001_baja_calidad. [Último acceso: Enero 2020].
- [11] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, «Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía,» 2014. [En línea]. Available: <https://n9.cl/pbuyo>. [Último acceso: Diciembre 2019].
- [12] A. Hernández Pineda, G. E. Carmona Vázquez, L. Flores Días y R. D. Sosa Granados, «Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía,» 2014. [En línea]. Available: <https://n9.cl/ftco>. [Último acceso: 08 Abril 2020].
- [13] A. Borroto Nordelo, «Recomendaciones Metodológicas para la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía según la norma ISO 50001,» 2013. [En línea]. Available: http://www.energytec-solutions.com/linked/iso_50001_borroto.pdf. [Último acceso: Enero 2020].

- [14] Schneider Electric, ISO 50001: Recomendaciones para su cumplimiento, D.F, 2012.
- [15] Genio , «Medidas de Ahorro Energético sin inversión,» [En línea]. Available: <http://genio.pro/genio-info/maes-sin-inversion/>. [Último acceso: Enero 2020].
- [16] Junta de Castilla y León, Aplicación de un sistema de Gestión Energética en el Sector Industrial, C. d. E. y. E. E. R. d. l. E. d. Junta de Castilla y León, Ed., p. 132.
- [17] Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 50001:2012, 1 ed., INEN, Ed., Quito, 2012.
- [18] Efficiency Valuation Organization, Protocolo internacional de medida y verificación. Conceptos y opciones para determinar el ahorro de energía y agua, Toronto: EVO, 2010.
- [19] M. de Laire Peirano, «Gestión de la energía e ISO 50001,» [En línea]. Available: http://www.duoc.cl/sustentable/pdf/AChEE_MichelDeLaire.pdf. [Último acceso: Diciembre 2019].
- [20] SECAMAD, Instalaciones Técnicas de Secado, S.L., «Equipos de secado de madera,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/xtfk7>. [Último acceso: Abril 2020].
- [21] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, «Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución,» Enero - Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://n9.cl/oa4k>. [Último acceso: Marzo 2020].
- [22] A. Eberhard, Power quality, Rijeka: Croatia, 2011.
- [23] R. Gandolfi, «UNE en 12464 1 2012,» [En línea]. Available: https://www.academia.edu/28000196/UNE_en12464_1_2012pdf. [Último acceso: 15 06 2020].
- [24] Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P, «Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público "Retilap",» 30 Marzo 2010. [En línea]. Available: <https://n9.cl/uc8v1>. [Último acceso: Julio 2020].
- [25] F. López Rupérez, «Un análisis de la LOMCE a la luz del principio de Pareto,» 2017. [En línea]. Available: <https://n9.cl/223b>. [Último acceso: julio 2020].
- [26] S. Sánchez y A. Borroto, Manual de Eficiencia Energética en Edificios Públicos, C. MEER, Ed., Quito, 2008.
- [27] J. P. Caicedo Prías y J. C. Campo Avella, «Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía,» Bogotá, 2013.
- [28] Schneider Electric, «METSEPM5100 - Medidor Pm500 Cl0.5 S/Comunicación | Schneider Electric Argentina,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/28ay>.
- [29] Monolithic , «Tecnología Led,» [En línea]. Available: http://electromain.com/documentos/Expositores-Rev_02_11.pdf. [Último acceso: 20 julio 2020].
- [30] M. F. Demirbas, M. Balat y H. Balat , «Potential contribution of biomass to the sustainable energy development,» de *Energy Convers Manage*, vol. 50, 2009, pp. 1746-1760.
- [31] F. Arjan, G. Kirkels y P. J. Verbong, «Biomass gasification: Still promising? A 30-year global overview,» de *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, 2011, pp. 471-481.

- [32] R. G.-F. L. O.-R. L. P.-R. J. & R.-S. D. Lesme-Jaén, «Tecnología Química,» 2016. [En línea]. Available: <https://n9.cl/xy1s>.
- [33] CPG CHANDERPUR GROUP, «Turnkey Solutions - Turnkey Project Solutions and Turnkey Plant Solutions,» [En línea]. Available: <http://www.chanderpur.com/>. [Último acceso: 2020].
- [34] Valentin Software GmbH, «PV*SOL premium,» Valentin software, [En línea]. Available: <https://valentin-software.com/en/products/pvsol-premium/>. [Último acceso: 08 Julio 2020].
- [35] Amerisolar, «Descripción del Fabricante,» 2018. [En línea]. Available: <https://n9.cl/t00t>. [Último acceso: 08 julio 2020].
- [36] Fronius International GmbH, «Fronius Symo,» 2020. [En línea]. Available: <https://n9.cl/gm8nm>. [Último acceso: 08 Julio 2020].
- [37] Schneider Electric, «Conext™ CL-60 String Inverte,» 2019. [En línea]. Available: <https://n9.cl/z3md>. [Último acceso: 08 Julio 2020].
- [38] J. G. Altuve, «Rentabilidad de la variable activo corriente o circulante,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/257/25732868002.pdf>. [Último acceso: 11 Julio 2020].
- [39] N. Collado , E. Himpe, D. González y L. Rueda, «Retos para una definición de “Edificios de consumo energético casi nulo”,» 2019. [En línea]. Available: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v34n3/0718-5073-ric-34-03-321.pdf>. [Último acceso: Febrero 2020].
- [40] R. Lesme Jaén y L. Oliva Ruiz, «Coeficientes de residuos de la industria forestal,» *Revista Tecnología Química*, vol. 26, p. 3, 2006.
- [41] P. R. Andrade Bustos, «Diseño, estandarización y documentación del proceso de producción de la planta de Sudamericana de brochas de la empresa Servidinamica SA.,» 2007. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/853/1/CD-1260.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [42] Ifu Hamburg GmbH, «Sankey diagram software,» 20 05 2020. [En línea]. Available: <https://n9.cl/ztbhy>. [Último acceso: 18 07 2020].

ANEXOS

ANEXO 1: Maquinaria

Cantidad	Maquinaria	Potencia (kW)
1	Sierra de cinta Baker	15
2	Secador de madera #1 y #2	37,52
1	Cepillo quindao #1 y #2	8,11
3	Lijadora de redondo manual #1 #2 y #3	7,79
2	Lijadora de redondo automático	12,98
3	Lijadora de plano	13,92
1	Biseladora de cabos	1,62
2	Perforadora 1 y 2	6,49
2	Sierra de cuadros 1 y 2	9,6
2	Sierra de triángulos automática 1 y 2	51
2	Sierra de triángulos manuales 1 y 2	5,192
3	Tupí KBF #1 #2 y #3	48,1
1	Tupí KBF #4	12,98
4	Tupí hempel	25,96
1	Pulidora de cabos (tambores)	9,734
4	Extractores de viruta	25,96
4	Extractores de aire pared	19,47
1	Secador de aire	2,24
1	Compresor EATON 75 hp	55,93
1	Compresor EATON 50 hp	37,29
1	Mezcladora de cerda #1	0,6
1	Mezcladora de cerda #2	0,6
1	MAP 10 XL	7,95
1	MAP 10S-12	1,66
1	MAP 10S-8	1,11
1	MAP 6#1 embonadora cabos	4,13
1	MAP 6#2 embonadora cabos	4,13
2	RPI #1 y #2	11,7
1	Galileo recortadora trapeadores	12,53
1	Marcadora #1	1,59
1	Marcadora #2	1,59
1	MAP 1CT #1 emplastadora	2,86
1	MAP 1CT #2 emplastadora	2,86
4	MAQ. Tubos #1 #2 #3 y #4	12,72
2	Chiller #1 y #2	25,06
1	Molino #1 y #2	29,83
2	Inyectora #1 y #2 PL3600J TIANJIAN	123,7
1	Inyectora #3 LANSON GM2 LS260	42
1	Inyectora #4 PLASTAR 500	-
1	Inyectora #5 LANSON GM2 LS260	41,5
1	Mezcladora de material #1 #2 y #3	5,22

ANEXO 2: Formulario N°1

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FÁBRICA PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A.					
FORMULARIO 1: DATOS GENERALES DE LA PLANTA					
Fecha levantamiento de datos:			20 de noviembre 2019		
Responsable:			Nataly Daniela Simbaña Nasimba		
Asistente responsable:					
Novedades encontradas en la toma de dat					Fecha: 20/11/2019
A. INFORMACIÓN GENERAL INSTITUCIÓN					
Nombre: Plásticos y Brochas Wilson S.A.					
Dirección: Avellanas E5-107 y Av. Eloy Alfaro, Quito, Ecuador					
Teléfono: (02) 248-2858					
Web: http://brochas.ec/page13.html		Teléfono:		email:	
Nombre máxima autoridad:		-		-	
Responsable área administrativa:		Rubí Pazmiño	996372036	rrhh@brochas.ec	
Responsable área eléctrica:		Patricio Quilachaín	0995559513	patoquilla@hotmail.com	
Responsable área financiera:		Mario Mejía	0996020666	compras@brochas.ec	
Otra persona de contacto (técnico):		José Chachalo	994614112		
B.- DATOS GENERALES EDIFICACIÓN					
Año de construcción:				Remodelaciones: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Diseño arquitectónico:				Constructor mecánico:	
Constructor civil:				Constructor eléctrico:	
Se dispone de planos:		Arquitectónicos	Eléctricos	Unifilar	Otros
SI/NO		NO	NO	NO	NO
Referencia					
Estado general de las instalaciones:		Bueno	Regular	Malo	Observaciones:
			X		
Número de edificaciones:					
Observaciones:					
Superficie parcela m2:		9982	Propietario:	X	
Superficie total construida m2:		6209	En arriendo:		
Superficie vidriada exterior m2:			Tipo de construcción		
C. OCUPACIÓN Y USOS					
Edificación	Código	Área m2	Ocupantes fijos	Visitantes promedio día	Horas de trabajo
Oficinas	A01	2329	-	-	8
Bodegas	B01	1479	-	-	8
Mecánica y radios	B02	314	-	-	8
Producción	B03	823	-	-	8
Carpintería	B04	510	-	-	8
Control de calidad	B05	433	-	-	8
Secador de madera	B06	314	-	-	8
Almacenaje	B07	1489	-	-	8
Taller eléctrico	B08	341	-	-	8
Patio de maniobras	B09	-	-	-	8
Parqueadero	B10	-	-	-	8
Pintura	B11	506	-	-	8
Total					
Elaborado	Revisado		Aprobado		
					Hoja: <u> </u> / <u> </u>

ANEXO 3: Formulario N°3

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FÁBRICA PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A.							
FORMULARIO 3: CONSUMOS DE ELECTRICIDAD DE LA PLANTA							
Fecha levantamiento de datos:			20 de noviembre 2019		Fecha: 20/11/2019		
Responsable:			Nataly Daniela Simbaña Nasimba				
Asistente responsable:							
Novedades encontradas en la toma de datos:							
A. DATOS HISTÓRICOS DE CONSUMO DE ELECTRICIDAD				Medidor/Suministro		No.10002810	
AÑO	2018			2019			
Mes	kWh	Demanda	USD Planilla	kWh	Demanda	USD Planilla	
Enero	31977,17	103,25	3126,1	48357,89	246	5015,31	
Febrero	33893,56	190,16	3313,44	55835,55	244,13	5811,85	
Marzo	36894,27	174,81	3606,79	56782,58	255,67	5790,54	
Abril	36672,58	164,1	3585,12	46490,67	230,32	4779,7	
Mayo	47591,33	234,76	4652,54	51695,6	241,86	5377,09	
Junio	53695,89	184,57	5249,32	58246,45	236,05	5788,65	
Julio	52861,22	223,78	5167,73	52540,74	212,99	5878,97	
Agosto	57932,45	212,71	5663,49	50437,73	202,84	5261,12	
Septiembre	54374,48	207,72	5315,66	51716,42	214,71	5344,38	
Octubre	68790,84	228,46	6725,01	48738,2	208,84	5083,03	
Noviembre	63541,32	228,65	6211,82	32065,28	222,79	3587,9	
Diciembre	52085,06	130,44	5091,85	40499,32	250,9	4368,23	
TOTAL	590310,17		57708,87	593406,43		62086,77	
<i>Promedio mensual</i>							
Factor de potencia:			Incremento anual:				
B. TIPO DE CONSUMIDOR / TARIFA:							
C. CONSUMOS SIGNIFICATIVOS							
Proceso	Máquina	Marca	Modelo	Voltaje	Potencia		
	Inyectora N.1 y N.2	TIANJIAN	PL3600J	480	61,85		
	Inyectora N.2	LANSON	GM2-LS260S	415	42		
	Inyectora N.3	PLASTAR 500	-	-			
	Inyectora N.4	LANSON	GM2-LS260S	460	41,5		
	Compreso 1	Eaton Compressor	C-SRW3-75HP-D	230V / 4600V-	75		
	Compreso 2	Eaton Compressor	C-SRW3-50HP-D	230V / 460V	50		
D. INFORMACIÓN SOBRE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS							
Transformador	KVA	AT/BT V- Fases	Tipo	Marca	Año	Estado Gral.	Medidor
T	500						
T1	225	220-440V/3					
T2	150	220-480V/3					
T3	45	380-220V/3		INATRA			
T4	45	220-600V/3					
T5	40	220-440V/3		JEFFRIS			
Total							
GRUPO ELECTRÓGENO	Marca	Modelo	Año	Prime/SBy	V/I/Fases	Estado general	
	Cummins	BDOF25035AA	-	400kW / 500 kVA	3		
Elaborado			Revisado	Aprobado		Hoja: __/ __	

ANEXO 4: Formulario N°4

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FÁBRICA PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A.							
FORMULARIO 4: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL							
Fecha levantamiento de datos:		21 de noviembre 2019			Fecha: 21/11/19		
Responsable:		Nataly Daniela Simbaña Nasimba			Hora de lectura:		
Asistente responsable:							
Novedades encontradas en la toma de datos:							
A. INFORMACION GENERAL							
Breaker No. / Servicio	nPolosA / Cir.	L1 A	L2 A	L3 A	Temperatura	Observaciones	
Breaker N°3 TP	3/2500 A	1600	1600	1600	28,8 °C		
B. MEDICIONES							
Voltaje (V)	Fase-Fase			Fase-Neutro			Neutro-Tierra
	L1-L2	L1-L3	L2-L3	L1-N	L2-N	L3-N	N-G
	214,5	213	217	122	126,5	126,2	0,1
Corriente (A)	Corriente F1		Corriente F2		Corriente F3		Corriente N
	166,6		250		250		1,6
C. BREAKERS							
Breaker No. / Servicio	nPolosA / Cir.	L1	L2	L3			
Carpintería interna	3P/700A	164	141	150,6			
Subtablero 225KVA 220V-480V	3P/500A	107	139	150			
Subtablero 225KVA 220V-440V	3P600A	11,8	9,7	10,6			
Tablero Compresores EATON 50 HP	3P175A	116,6	128,6	125,2			
Secador de Madera N1 y N2	3P250A	73,1	79,3	78			
Tablero control de produccion	3P225A	10,8	0	15,8			
Tablero taller mecánico radios	3P150A	63	56,4	51			
Tablero sección pintura	3P100A	3	1,6	1,5			
(Departamento Eléctrico), Iluminación exterior	3P70A	1,6	14,3	14,6			
Tablero Iluminación planta SB (sudbrochas -)	3P70A	1	0,9	0,8			
Tablero Iluminación oficinas	3P160A	78,1	84,7	97,8			
Tableros bodegas SD, SB, GS	3P50A	39,2	3,7	9,7			
Tambores carpintería	3P50A	1	0,5	0,4			
Limpiadora automática (nueva línea de plásticos - despuntadora)	3P50A	2	0,7	0,5			
Limpiadora y recortadora de cepillos y escobas (rodondo)	3P50A	18,9	13,9	15,9			
Mezcladora N.1 (cerda)	3P30A	2,5	1,7	1,4			
Tablero maquina de tubos	3P75A	1,7	1	0,5			
Extractor limpiadora N.3 (extractor individual 20A)	3P20A	7,7	6,1	7,3			
MAP 31	3P50A	3	2	1,9			
MAP 10/12	3P15A	0,3	0,5	0,6			
MAP	3P15A	0,5	0,4	0,3			
Embonadora N.2 cabos cabezas	3P15A	0,4	0,5	0,6			
Embonadora N.3	3P15A	0,1	0,6	0,4			
Galileo M25 trapeadores	3P30A	0,2	0,2	0,2			
Tomas 120V toda planta	3P30A	0	0,8	0,5			
Alumbrado exterior	3P40A	0,1	0,1	0			
RPI N.1	3P40A	0,1	0,1	0			
MAP Empaquetadora	3P30A	0,4	0,3	0,2			
Mezcladora cerda nueva 3	3P30A	9,4	8	9,6			
Secador de aire	3P30A	11,3	9,7	12,1			
Válvula purga automática	3P15A	0,3	0	0,2			
MAP 10 xls	3P15A	0,2	0,2	0,2			
Marcadora N.1	3P15A	0,1	0,1	0,1			
Marcadora N.2 1 a 2 A	3P15A	0,1	0	0			
MAP empaquetadora1 C/T N.2	3P30A	0,2	0,2	0,2			
Ventilador trafo 440V enfriamiento	2P	0,2	0,2	0			
Cortadora de plástico	3P20A	0,1	0,1	0			
Elaborado		Revisado		Aprobado		Hoja: __/ __	

ANEXO 5: Formulario N°5

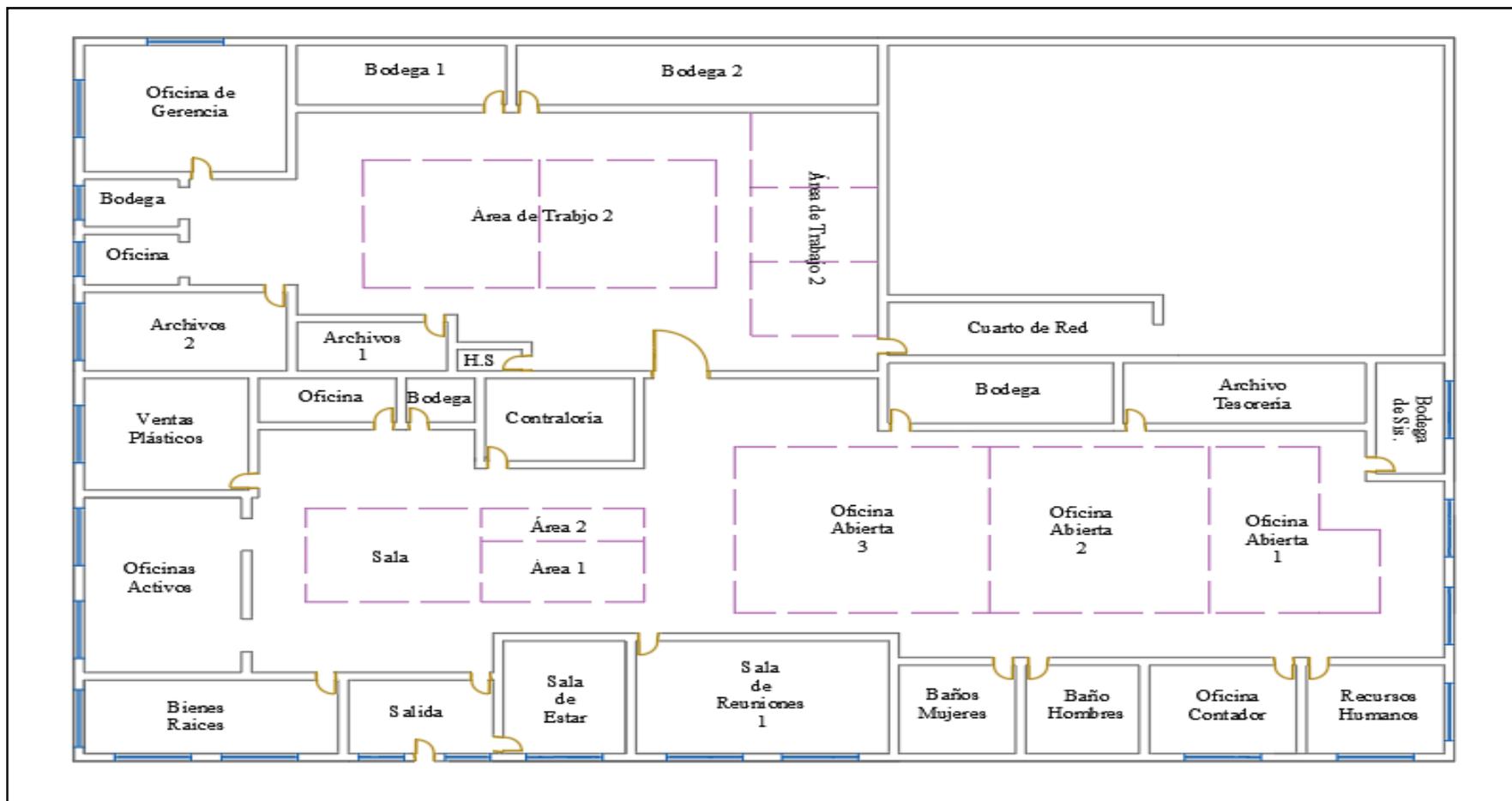
AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FÁBRICA PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A.							
FORMULARIO 4: SUBTABLERO							
Fecha levantamiento de datos:		21 de noviembre 2019			Fecha: 21/11/19		
Responsable:		Nataly Daniela Simbaña Nasimba			Hora de lectura:		
Asistente responsable:							
Novedades encontradas en la toma de datos:							
CARPINTERÍA							
B. MEDICIONES							
Voltaje (V)	Fase-Fase			Fase-Neutro			Neutro-Tierra
	L1-L2	L1-L3	L2-L3	L1-N	L2-N	L3-N	N-G
	214,5	213	217	122	126,6	126,2	0,1
Corriente (A)	Corriente F1		Corriente F2		Corriente F3		Corriente N
	166,6		250		250		1,6
C. BREAKERS							
TUPY Automático N.2	nPolosA / Cir.	L1	L2	L3			
TUPY Automático N.1	3P70A	5,5	7,1	6,6			
lijadora Plano	3P70A	2	1,2	1,9			
Transformador 380V TUPY KBF	3P160A	0,1	0,1	0,1			
Sierra de triángulos automática	3P50A	2	1,1	2			
Sierra de triángulos manual	3P50A	0,2	0,6	0,4			
Extractor N.3	3P50A	0	0	0			
TUPY Automático N.4 7HP 40A	3P50A	0	0	0			
TUPY Automático N.3 7HP 40A	3P30A	0	0	0			
Cepillo en 440V	3P75A	0	0	0			
Alimentación de 220V al transformador de 380V	3P20A	0	0	0			
Alimentación del Tupí FBQ 380V (alimentación transformador)	3P50A	2,7	3,7	2,2			
Lijadora de redondo manual	3P15A	0	0	0			
Sierra de triangulo N.1 5HP+2A	3P15A	0	0	0			
Extractor cepillo N.2 15HP 4motors 52 A	3P15A	0	0	0			
Lijadora de plano	3P15A	0	0	0			
Sierra de triangulo automática N.0	3P30A	0	0	0			
TUPY FQB igual 18 A 380V	3P30A	7,9	9,6	9,1			
KBF1 220V 38 A	3P40A	0	0	0			
Extractor N.1 5 HP 50A	3P40A	0	0	0			
Transformador KBF	3P30A	0	0	0			
T. Iluminación carpintería 20-25A	3P30A	0	0	0			
Extractor	3P30A	0	0	0			
Extractor móvil biselador de cabos 3HP 10A	3P15A	2,8	4,9	4,8			
Lijadora Redondo automática, toma suelda	3P15A	0	0	0			
Sierra de triángulos N.2 15A	3P15A	0	0	0			
Lijadora de redondos automática	3P15A	0	0	0			
Extractor	3P30A	11,5	9,6	10,5			
Sierra de cuadrados N.1 5HP 20A	3P15A	0,9	1,1	1			
Cuadrado 5HP 20A	3P15A	1	0,7	0,6			
Inyector de aire de los tambores motor 3HP 25 A	3P30A	0	0	0			
Perforadora 2Motores 1HP 10A	3P15A	5,3	4	4			
SUB-SA 220/480 V							
C. BREAKERS							
Breaker No. / Servicio	nPolosA / Cir.	L1	L2	L3			
Inyectora N.2	3P/150A	81	81	53			
Sierra Baker	3P/75A	34	17,2	24,9			
Inyectora N.1	3P200A	28,9	74	69			
Molino grande	3P30A	3	3	1,6			
SUB-RADIOS							
C. BREAKERS							
Radios	3P/60A	6,2	2,3	1,6			
S/N	2P/75A	0,6	0	0,4			
Mecánica	3P75A	7	5,7	6,9			
Extractor PLT	3P30A	14,3	11,8	13,8			
S/N	3P	8,1	12,3	7,9			
Túnel térmico	2P	0,5	0	0,8			
Alimentadores de material	3P	0,8	1,8	0,7			
Alimentadores de material gradadas	3P	1,8	0,9	4,6			
Elaborado		Revisado		Aprobado		Hoja: ___/___	

ANEXO 6: Formulario N°7

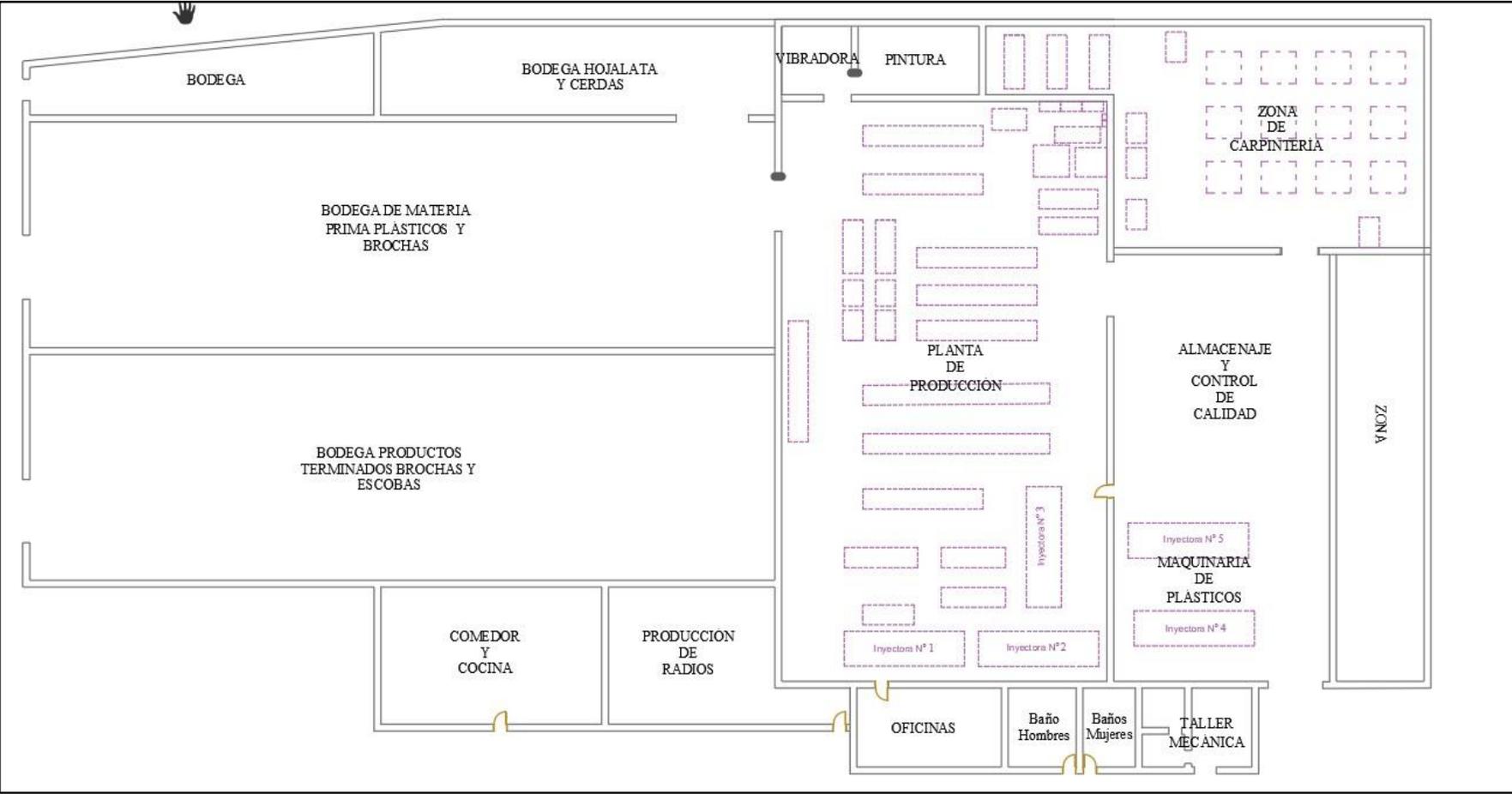
AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FÁBRICA PLÁSTICOS Y BROCHAS WILSON S.A.				
FORMULARIO 7: CARGAS ELÉCTRICAS				
Fecha levantamiento de datos: 29 de noviembre 2019			Fecha: 29/11/19	
Responsable: Nataly Daniela Simbaña Nasimba			Hora de lectura:	
Asistente responsable:				
Novedades encontradas en la toma de datos:				
A. ILUMINACIÓN				
DESCRIPCIÓN	VATIOS	CANTIDAD	TOTAL W	Observaciones
Focos led Car.	58	14	812	
Fluorescentes compacta Car.	36	9	324	
Vapor de sodio de alta presión Car.	100	30	3000	
Focos led Z. v	58	4	232	
Fluorescentes compacta Z. v	36	1	36	
Focos led B. cc	58	17	986	
Fluorescentes compacta B. cc	36	15	540	
Led Bañ. H	58	5	290	
Fluorescentes Bñ. H	36	4	144	
Fluorescentes cocina	36	16	576	
Fluorescentes oficina	36	24	864	
Fluorescentes Bñ. M	36	8	288	
Fluorescentes taller. Me	36	40	1440	
Fluorescentes 4f x 36W Vibradora	36	8	288	
Led Pin.	58	1	58	
Fluorescentes 4f x 36W pn.	36	32	1152	
Fluorescentes compacta, Área GLP	36	2	72	
Led, A. tablas	58	8	464	
Fluorescentes compacta, A. tablas	36	1	36	
Vapor de sodio de alta presión, A. tablas	100	1	100	
Vapor de mercurio con halogenuros, A. tablas	250	1	250	
Fluorescentes, T. elec	36	28	1008	
Led, T. madera	58	1	58	
Vapor de sodio de alta presión, T. madera	100	4	400	
Reflector Jeta Led, P. maniobra	150	1	150	
Led, Muelle	58	4	232	
Fluorescentes compacta, muelle	36	1	36	
Vapor de mercurio con halogenuros, montacargas	250	1	250	
Led, jardín	58	1	58	
Reflector Jeta Led, jardín	150	2	300	
Fluorescentes compacta, jardín	36	1	36	
Vapor de mercurio con halogenuros, jardín	250	2	500	
Led, parqueadero	58	3	174	
Reflector Jeta Led, parqueadero	150	1	150	
Fluorescentes compacta, parqueadero	36	1	36	
Vapor de mercurio con halogenuros, parqueadero	250	1	250	
Led, planta de trabajo	58	30	1740	
Fluorescentes compacta, planta de trabajo	36	32	1152	
Oficina de Gerencia	36	28	1008	
Oficina	36	24	864	
Área de trabajo 1	36	96	3456	
Área de trabajo 2	36	120	4320	
Bodega 1	36	24	864	
Bodega 2	36	28	1008	
Archivos 1	36	4	144	
Archivos 2	36	24	864	
Bodega	36	16	576	
Oficina	36	28	1008	
Bodega sistemas	36	20	720	
Archivos tesorería	36	40	1440	
Bodega	36	24	864	
Venta de plásticos	36	16	576	
Contraloría	36	68	2448	

Bodega de activos	36	20	720	
Cuarto de red	36	28	1008	
Oficina abierta 1	36	44	1584	
Oficina abierta 2	36	52	1872	
Oficina abierta 3	36	92	3312	
Sala	36	20	720	
Área 1 de exhibición pro.	36	20	720	
Área 2 de exhibición pro.	36	15	540	
Bienes raíces	36	16	576	
Sala de estar	36	4	144	
Salida	36	6	216	
Sala de reunión	36	16	576	
Baño de mujeres	36	6	216	
Baño de hombres	36	4	144	
Oficina contador	36	8	288	
Recursos Humanos	36	16	576	
Fluorescentes B. hojalata y cerdas	36	32	1152	
Led B. M prima	58	24	1392	
Fluorescentes B. M prima	36	32	1152	
Led B. P terminado	58	15	870	
Fluorescentes B. P terminado	36	44	1584	
Led	58	4	232	
Reflector Jeta Led	150	2	300	
B. FUERZA				
DESCRIPCIÓN	VATIOS	CANTIDAD	TOTAL W	Observaciones
A.A.	990	1	990	
Esmeril	745	2	1490	
Soldadora	10000	2	20000	
Taladro Pedestal	1117,5	2	2235	
Teclé Eléctrico	2235	2	4470	
Cafetera	950	2	1900	
Televisor	250	1	250	50W y 200W
Refrigeradora	500	1	500	
Licuadora	350	1	350	
Microondas	800	2	1600	
<i>Suman fuerza</i>				
C. DATOS				
DESCRIPCIÓN	VATIOS	CANTIDAD	TOTAL W	Observaciones
Impresora HP	250	4	1.000,00	
Impresora brothen TN630	147,06	2	294,12	
Impresora	250	1	250,00	
Laptops	17,5	2	35,00	
PC de escritorio	150	36	5.400,00	
Laptops , Oficina R	17,5	3	52,50	
PC de escritorio, Oficina R	150	7	1.050,00	
Laptops, Bodegas	17,5	1	17,50	
PC de escritorio, Bodegas	150	2	300,00	
Laptops , T. Elec.	17,5	2	35,00	
PC de escritorio, T. Elec.	150	1	150,00	
<i>Suman Datos</i>				
D. COMUNICACIONES				
DESCRIPCIÓN	VATIOS	CANTIDAD	TOTAL W	Observaciones
Rack de comunicación de datos	2060	1	2.060,00	60W y 2000W
Teléfonos	7	10	70,00	
Teléfonos, Oficina R	7	1	7,00	
Teléfonos, Bodegas	7	1	7,00	
Teléfonos, T. Elec.	7	1	7,00	
<i>Suman Comunicaciones</i>				
Elaborado		Revisado		Hoja: ___/___

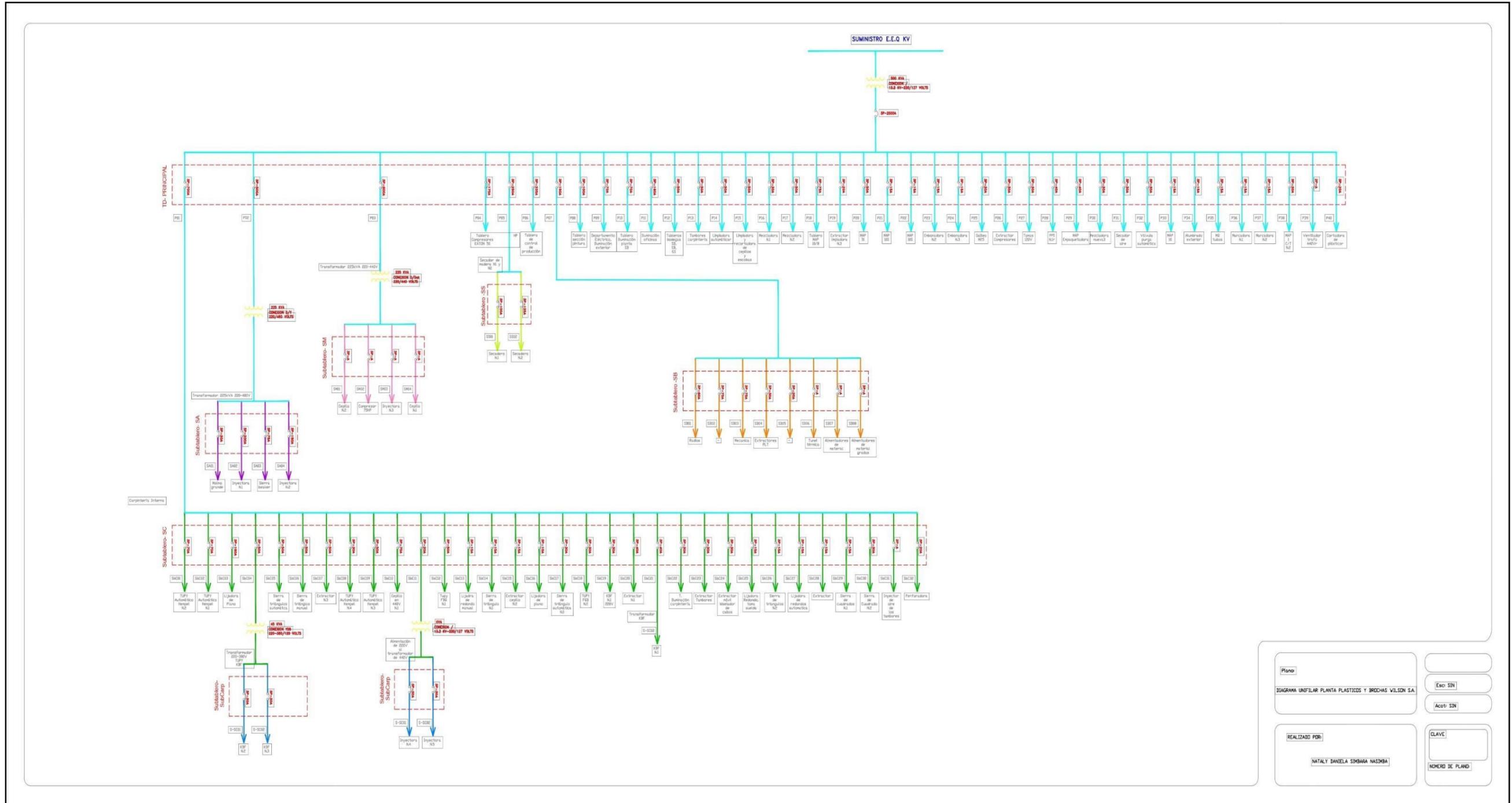
ANEXO 7: Plano estructural de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A. (Bloque A01)



ANEXO 8: Plano estructural de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A. (Bloque B01, B02, B03, B04, B05 y B11)



ANEXO 9: Diagrama unifilar de la planta Plásticos y Brochas Wilson S.A.



ANEXO 10: Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico

Descripción	Valores
Tensión en MPP	39,8 V
Corriente en MPP	9,55 A
Potencia nominal	380 W
Tens. circ. abierto	48,4 V
Corriente de cortocircuito(STC)	9,99 A
Aumento tensión de circuito abierto antes de estabil.	-0,29 %
Irradiación	200 W/m ²
Tensión en el MPP con carga parcial	37,6171 V
Corriente en el MPP con carga parcial	1,91 A
Tens. circ. abierto con carga parcial	43,5671 V
Corriente de cortocircuito con carga parcial	1,998 A
Coefficiente de tensión	-140,36 mV/K
Coef. corriente	5,2 mA/K
Coefficiente de potencia	-0,39 %/K
Factor corr. angular	95 %
Tensión máxima del sistema	1000 V
Capacidad térmica espec.	920 J/(kg*K)
Coefficiente de absorción	70 %
Coefficiente de emisión	85 %

Fuente: Software PV*SOL

ANEXO 11: Especificaciones técnicas, inversor FRONIUS Symo 10.0-3-M

Descripción	Valores	
Potencia nominal DC	10,3	kW
Potencia nom. CA	10	kW
Potencia DC máx.	10,5	kW
Potencia AC máx.	10	kVA
Consumo Standby	7	W
Consumo nocturno	1	W
Inyección en la red a partir de	60	W
Corriente máx. de entrada	43,5	A
Tensión máxima de entrada	1000	V
Tensión nominal DC	600	V
Número de fases de inyección	3	
Número de entradas DC	6	
Con transf.	No	
Modificación del grado de rend. en caso de desviación de la tensión de entrada de la tensión nominal	0,46%/100V	
Seguidor MPP		
Rango de potencia < 20% de la potencia nominal	99,8	%
Rango de potencia > 20% de la potencia nominal	100	%
Número de seguidores MPP	2	
Corriente máx. de entrada por seguidor MPP	27	A
Potencia de entrada máx. por seguidor de MPP	10,22	kW
Tensión MPP min.	200	V
Tensión MPP máx.	800	V

Fuente: Software PV*SOL

ANEXO 12: Especificaciones técnicas, inversor Conext CL-60 A (UL)

Descripción	Valores	
Potencia nominal DC	67	kW
Potencia nom. CA	60	kW
Potencia DC máx.	90	kW
Potencia AC máx.	63,4	kVA
Consumo Standby	26	W
Consumo nocturno	1	W
Inyección en la red a partir de	80	W
Corriente máx. de entrada	200	A
Tensión máxima de entrada	1000	V
Tensión nominal DC	620	V
Número de fases de inyección	3	
Número de entradas DC	8	
Con transf.	Sí	
Modificación del grado de rend. en caso de desviación de la tensión de entrada de la tensión nominal		
	0,2 %/100V	
Seguidor MPP		
Rango de potencia < 20% de la potencia nominal	99,5	%
Rango de potencia > 20% de la potencia nominal	99,5	%
Número de seguidores MPP	1	
Corriente máx. de entrada por seguidor MPP	120	A
Potencia de entrada máx. por seguidor de MPP	90	kW
Tensión MPP min.	550	V
Tensión MPP máx.	850	V

Fuente: Software PV*SOL

ANEXO 13: Tabla de flujo de caja para una instalación de 34,2 Kwp

	Inversiones	Costes de operación	Ahorro consumo electricidad	Flujo de caja anual	Cashflow acumulado (caja)
año 1	\$-30.096,00	\$-594,06	\$6.500,79	\$-24.189,26	\$-24.189,26
año 2	\$0,00	\$-588,18	\$6.429,55	\$5.841,37	\$-18.347,89
año 3	\$0,00	\$-582,35	\$6.324,31	\$5.741,95	\$-12.605,94
año 4	\$0,00	\$-576,59	\$6.220,52	\$5.643,93	\$-6.962,01
año 5	\$0,00	\$-570,88	\$6.118,17	\$5.547,29	\$-1.414,73
año 6	\$0,00	\$-565,23	\$6.017,23	\$5.452,00	\$4.037,28
año 7	\$0,00	\$-559,63	\$5.917,69	\$5.358,06	\$9.395,34
año 8	\$0,00	\$-554,09	\$5.819,54	\$5.265,45	\$14.660,79
año 9	\$0,00	\$-548,60	\$5.722,75	\$5.174,14	\$19.834,94
año 10	\$0,00	\$-543,17	\$5.627,30	\$5.084,13	\$24.919,07
año 11	\$0,00	\$-537,79	\$5.533,19	\$4.995,39	\$29.914,46
año 12	\$0,00	\$-532,47	\$5.440,38	\$4.907,91	\$34.822,37
año 13	\$0,00	\$-527,20	\$5.348,87	\$4.821,67	\$39.644,04
año 14	\$0,00	\$-521,98	\$5.258,64	\$4.736,66	\$44.380,71
año 15	\$0,00	\$-516,81	\$5.169,67	\$4.652,86	\$49.033,57
año 16	\$0,00	\$-511,69	\$5.081,95	\$4.570,26	\$53.603,83
año 17	\$0,00	\$-506,63	\$4.995,46	\$4.488,83	\$58.092,67
año 18	\$0,00	\$-501,61	\$4.910,18	\$4.408,57	\$62.501,24
año 19	\$0,00	\$-496,64	\$4.826,11	\$4.329,46	\$66.830,70
año 20	\$0,00	\$-491,73	\$4.743,21	\$4.251,48	\$71.082,18
año 21	\$0,00	\$-486,86	\$4.661,49	\$4.174,63	\$75.256,81
año 22	\$0,00	\$-482,04	\$4.580,91	\$4.098,87	\$79.355,69
año 23	\$0,00	\$-477,27	\$4.501,48	\$4.024,21	\$83.379,90
año 24	\$0,00	\$-472,54	\$4.423,17	\$3.950,63	\$87.330,53
año 25	\$0,00	\$-467,86	\$4.345,97	\$3.878,11	\$91.208,63
año 26	\$0,00	\$-463,23	\$4.269,86	\$3.806,63	\$95.015,27

Fuente: Software PV*SOL

ANEXO 14: Tabla de flujo de caja para una instalación de 68,4 kWp

	Inversiones	Costes de operación	Ahorro consumo electricidad	Flujo de caja anual	Cashflow acumulado (caja)
año 1	\$-60.192,00	\$-594,06	\$12.990,72	\$-47.795,34	\$-47.795,34
año 2	\$0,00	\$-588,18	\$12.848,29	\$12.260,11	\$-35.535,23
año 3	\$0,00	\$-582,35	\$12.637,98	\$12.055,63	\$-23.479,61
año 4	\$0,00	\$-576,59	\$12.430,58	\$11.853,99	\$-11.625,61
año 5	\$0,00	\$-570,88	\$12.226,05	\$11.655,17	\$29,56
año 6	\$0,00	\$-565,23	\$12.024,35	\$11.459,12	\$11.488,68
año 7	\$0,00	\$-559,63	\$11.825,44	\$11.265,81	\$22.754,49
año 8	\$0,00	\$-554,09	\$11.629,30	\$11.075,21	\$33.829,69
año 9	\$0,00	\$-548,60	\$11.435,88	\$10.887,27	\$44.716,96
año 10	\$0,00	\$-543,17	\$11.245,15	\$10.701,97	\$55.418,94
año 11	\$0,00	\$-537,79	\$11.057,07	\$10.519,28	\$65.938,21
año 12	\$0,00	\$-532,47	\$10.871,62	\$10.339,15	\$76.277,36
año 13	\$0,00	\$-527,20	\$10.688,75	\$10.161,56	\$86.438,92
año 14	\$0,00	\$-521,98	\$10.508,44	\$9.986,47	\$96.425,38
año 15	\$0,00	\$-516,81	\$10.330,66	\$9.813,85	\$106.239,23
año 16	\$0,00	\$-511,69	\$10.155,36	\$9.643,67	\$115.882,90
año 17	\$0,00	\$-506,63	\$9.982,52	\$9.475,90	\$125.358,80
año 18	\$0,00	\$-501,61	\$9.812,11	\$9.310,50	\$134.669,30
año 19	\$0,00	\$-496,64	\$9.644,10	\$9.147,45	\$143.816,76
año 20	\$0,00	\$-491,73	\$9.478,45	\$8.986,72	\$152.803,48
año 21	\$0,00	\$-486,86	\$9.315,13	\$8.828,28	\$161.631,75
año 22	\$0,00	\$-482,04	\$9.154,12	\$8.672,09	\$170.303,84
año 23	\$0,00	\$-477,27	\$8.995,39	\$8.518,12	\$178.821,97
año 24	\$0,00	\$-472,54	\$8.838,90	\$8.366,36	\$187.188,33
año 25	\$0,00	\$-467,86	\$8.684,63	\$8.216,77	\$195.405,10
año 26	\$0,00	\$-463,23	\$8.532,55	\$8.069,32	\$203.474,41

Fuente: Software PV*SOL

ANEXO 15: Tabla de flujo de caja para una instalación de 136,8 kWp

	Inversiones	Costes de operación	Ahorro consumo electricidad	Flujo de caja anual	Cashflow acumulado (caja)
año 1	\$-120.384,00	\$-594,06	\$25.997,87	\$-94.980,19	\$-94.980,19
año 2	\$0,00	\$-588,18	\$25.712,86	\$25.124,68	\$-69.855,51
año 3	\$0,00	\$-582,35	\$25.291,98	\$24.709,63	\$-45.145,88
año 4	\$0,00	\$-576,59	\$24.876,92	\$24.300,33	\$-20.845,55
año 5	\$0,00	\$-570,88	\$24.467,60	\$23.896,72	\$3.051,17
año 6	\$0,00	\$-565,23	\$24.063,94	\$23.498,71	\$26.549,88
año 7	\$0,00	\$-559,63	\$23.665,87	\$23.106,24	\$49.656,12
año 8	\$0,00	\$-554,09	\$23.273,33	\$22.719,24	\$72.375,37
año 9	\$0,00	\$-548,60	\$22.886,25	\$22.337,64	\$94.713,01
año 10	\$0,00	\$-543,17	\$22.504,55	\$21.961,37	\$116.674,38
año 11	\$0,00	\$-537,79	\$22.128,16	\$21.590,36	\$138.264,75
año 12	\$0,00	\$-532,47	\$21.757,02	\$21.224,55	\$159.489,30
año 13	\$0,00	\$-527,20	\$21.391,06	\$20.863,86	\$180.353,15
año 14	\$0,00	\$-521,98	\$21.030,21	\$20.508,23	\$200.861,39
año 15	\$0,00	\$-516,81	\$20.674,41	\$20.157,60	\$221.018,99
año 16	\$0,00	\$-511,69	\$20.323,60	\$19.811,90	\$240.830,89
año 17	\$0,00	\$-506,63	\$19.977,70	\$19.471,08	\$260.301,97
año 18	\$0,00	\$-501,61	\$19.636,67	\$19.135,05	\$279.437,02
año 19	\$0,00	\$-496,64	\$19.300,42	\$18.803,78	\$298.240,80
año 20	\$0,00	\$-491,73	\$18.968,91	\$18.477,19	\$316.717,99
año 21	\$0,00	\$-486,86	\$18.642,08	\$18.155,22	\$334.873,21
año 22	\$0,00	\$-482,04	\$18.319,85	\$17.837,82	\$352.711,02
año 23	\$0,00	\$-477,27	\$18.002,18	\$17.524,92	\$370.235,94
año 24	\$0,00	\$-472,54	\$17.689,01	\$17.216,47	\$387.452,41
año 25	\$0,00	\$-467,86	\$17.380,27	\$16.912,41	\$404.364,81
año 26	\$0,00	\$-463,23	\$17.075,91	\$16.612,68	\$420.977,49

Fuente: Software PV*SOL

ANEXO 16: Cuenta de energía (Escenario 1)

Mes	Consumo	Generación de energía	Generación de energía (incl. Degradación de los módulos)	Saldo	Abono utilizado	Nuevo abono	Cuenta de abonos	Factura	Ahorros	Costes sin instalación fotovoltaica	Costes con instalación fotovoltaica	Ahorro de costes
Ene	28348,6	5050,25	5047,53	23301,08	0	0	0	23301,08	5047,53	3118,35	2563,12	555,23
Feb	32398,4	4540,52	4535,62	27862,78	0	0	0	27862,78	4535,62	3563,82	3064,91	498,92
Mar	37258,16	5128,33	5120,04	32138,12	0	0	0	32138,12	5120,04	4098,4	3535,19	563,2
Abr	35638,24	4828,21	4817,81	30820,43	0	0	0	30820,43	4817,81	3920,21	3390,25	529,96
Mayo	45357,76	4870,33	4857,21	40500,55	0	0	0	40500,55	4857,21	4989,35	4455,06	534,29
Jun	53457,36	4818,08	4802,5	48654,86	0	0	0	48654,86	4802,5	5880,31	5352,03	528,27
Jul	53457,36	4955,64	4936,95	48520,41	0	0	0	48520,41	4936,95	5880,31	5337,25	543,06
Ago	59397,07	5383,39	5360,19	54036,88	0	0	0	54036,88	5360,19	6533,68	5944,06	589,62
Sep	53457,36	5307,45	5281,71	48175,65	0	0	0	48175,65	5281,71	5880,31	5299,32	580,99
Oct	68036,64	5359,96	5331,08	62705,56	0	0	0	62705,56	5331,08	7484,03	6897,61	586,42
Nov	71276,48	4906,66	4877,57	66398,91	0	0	0	66398,91	4877,57	7840,41	7303,88	536,53
Dic	49677,55	5079,41	5046,57	44630,98	0	0	0	44630,98	5046,57	5464,53	4909,41	555,12
Total	587760,99	60228,24	60014,76	527746,23	0	0	0	527746,23	60014,76	64653,71	58052,09	6601,62

Fuente: Software PV*SOL

ANEXO 17: Cuenta de energía (Escenario 2)

Mes	Consumo	Generación de energía	Generación de energía (incl. Degradación de los módulos)	Saldo	Abono utilizado	Nuevo abono	Cuenta de abonos	Factura	Ahorros	Costes sin instalación fotovoltaica	Costes con instalación fotovoltaica	Ahorro de costes
Ene	28348,6	10084,24	10078,81	18269,79	0	0	0	18269,79	10078,81	3118,35	2009,68	1108,67
Feb	32398,4	9086,62	9076,83	23321,57	0	0	0	23321,57	9076,83	3563,82	2565,37	998,45
Mar	37258,16	10243,34	10226,78	27031,38	0	0	0	27031,38	10226,78	4098,4	2973,45	1124,95
Abr	35638,24	9630,4	9609,65	26028,6	0	0	0	26028,6	9609,65	3920,21	2863,15	1057,06
Mayo	45357,76	9750,64	9724,37	35633,39	0	0	0	35633,39	9724,37	4989,35	3919,67	1069,68
Jun	53457,36	9635,35	9604,2	43853,17	0	0	0	43853,17	9604,2	5880,31	4823,85	1056,46
Jul	53457,36	9914,71	9877,31	43580,05	0	0	0	43580,05	9877,31	5880,31	4793,81	1086,5
Ago	59397,07	10758,85	10712,47	48684,6	0	0	0	48684,6	10712,47	6533,68	5355,31	1178,37
Sep	53457,36	10565,73	10514,48	42942,88	0	0	0	42942,88	10514,48	5880,31	4723,72	1156,59
Oct	68036,64	10718,72	10660,96	57375,68	0	0	0	57375,68	10660,96	7484,03	6311,33	1172,71
Nov	71276,48	9817,97	9759,77	61516,71	0	0	0	61516,71	9759,77	7840,41	6766,84	1073,58
Dic	49677,55	10148,65	10083,02	39594,53	0	0	0	39594,53	10083,02	5464,53	4355,4	1109,13
Total	587760,99	120355,23	119928,64	467832,35	0	0	0	467832,35	119928,64	64653,71	51461,56	13192,15

Fuente: Software PV*SOL

ANEXO 18: Cuenta de energía (Escenario 3)

Mes	Consumo	Generación de energía	Generación de energía (incl. Degradación de los módulos)	Saldo	Abono utilizado	Nuevo abono	Cuenta de abonos	Factura	Ahorros	Costes sin instalación fotovoltaica	Costes con instalación fotovoltaica	Ahorro de costes
Ene	28348,6	20186,21	20175,33	8173,27	0	0	0	8173,27	20175,33	3118,35	899,06	2219,29
Feb	32398,4	18180,83	18161,24	14237,17	0	0	0	14237,17	18161,24	3563,82	1566,09	1997,74
Mar	37258,16	20501,09	20467,95	16790,21	0	0	0	16790,21	20467,95	4098,4	1846,92	2251,47
Abr	35638,24	19275,37	19233,83	16404,42	0	0	0	16404,42	19233,83	3920,21	1804,49	2115,72
Mayo	45357,76	19505,48	19452,92	25904,84	0	0	0	25904,84	19452,92	4989,35	2849,53	2139,82
Jun	53457,36	19276,87	19214,54	34242,82	0	0	0	34242,82	19214,54	5880,31	3766,71	2113,6
Jul	53457,36	19838,06	19763,23	33694,13	0	0	0	33694,13	19763,23	5880,31	3706,35	2173,96
Ago	59397,07	21532,21	21439,38	37957,69	0	0	0	37957,69	21439,38	6533,68	4175,35	2358,33
Sep	53457,36	21158,82	21056,2	32401,16	0	0	0	32401,16	21056,2	5880,31	3564,13	2316,18
Oct	68036,64	21452,44	21336,83	46699,81	0	0	0	46699,81	21336,83	7484,03	5136,98	2347,05
Nov	71276,48	19645,03	19528,58	51747,9	0	0	0	51747,9	19528,58	7840,41	5692,27	2148,14
Dic	49677,55	20310,62	20179,28	29498,27	0	0	0	29498,27	20179,28	5464,53	3244,81	2219,72
Total	587760,99	240863,04	240009,31	347751,68	0	0	0	347751,68	240009,31	64653,71	38252,69	26401,02

Fuente: Software PV*SOL