

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
RADIADORES INDUSTRIALES APLICANDO HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Percy Paul Huamaní Yerén

ASESOR:

Wilmer Jhonny Atoche Díaz

Lima, Julio, 2024

Informe de Similitud

Yo, WILMER JHONNY ATOCHE DIAZ, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada:


ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE RADIADORES INDUSTRIALES APLICANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING,

del autor: Huamani Yeren, Percy Paul,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 05/06/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: San Miguel, 22 de julio de 2024

Apellidos y nombres del asesor: <u>ATOACHE DIAZ, Wilmer Jhonny</u>	
DNI: 08134370	 Firma
ORCID: 0000-0002-0923-7608	

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo tiene como objetivo elaborar propuestas de mejora en el área de producción de una empresa ubicada en la ciudad de Lima la misma que se dedica a la producción de paneles de radiador para autos, camiones, barcos, grupos electrógenos y entre otros. Las cuales son elaboradas principalmente por material importado desde el continente europeo y material nacional los cuales se detallarán más adelante.

Se tomo en cuenta el sector de Manufactura debido al crecimiento que se ha visto en los últimos años en donde el Instituto nacional de estadística e informática (INEI), la industria nacional, para enero del 2023, registro un incremento de 1,08% con respecto a enero del 2022. Además, luego del análisis del sector en mención, se pronostica un crecimiento a pesar de la tendencia negativa de los últimos meses; por lo cual, es necesario que la organización se encuentre preparada de la mejor manera ante posibles cambios que puedan ocurrir en el mercado manufacturero o la creación de nuevas plantas de producción que tengan relación con el sector en mención.

La propuesta de mejora que se plantea será mediante las herramientas de Lean Manufacturing y también usando diversos conceptos de Ingeniería Industrial. Esta propuesta buscará corregir los problemas que suscitan en la empresa las cuales de manera indirecta evita que logren abastecer en su totalidad el mercado peruano, generando pérdidas económicas. Para lograr lo antes mencionado se tendrá en cuenta los conceptos como: generar valor al producto, eliminar desperdicios, desorden, aplicación de las 5s.

Para finalizar, se mostrará el análisis económico en el cual se puede concluir que las propuestas de mejora son viables para la empresa; ya que, con la implementación de las diferentes herramientas a ejecutar y con la inversión realizada nos mostrara un TIR aproximado de 42% y un VAN de S/. 62,588.50.

Dedicatoria

A Dios, en primer lugar, por guiarme siempre por el buen camino.

A mis padres, Eduardo y Ana, que estuvieron apoyándome desde un inicio y por su amor incondicional.



INDICE GENERAL

Índice de Figuras.....	vi
Índice de Tablas	viii
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1: MARCO TEORICO.....	2
1.1. Proceso	2
1.2. Mejora de procesos.....	2
1.3. Procesos y sus herramientas.....	3
1.3.1. Análisis de Pareto	3
1.3.2. Matriz FODA	3
1.3.3. Diagrama Causa-Efecto	3
1.3.4. Capacidad de proceso	4
1.4. Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta)	5
1.4.1. Principios de la Manufactura Esbelta	5
1.5. Herramientas de la Manufactura Esbelta	8
1.5.1. Las 5S.....	8
1.5.2. SMED	9
1.5.3. Kanban	10
1.5.4. Value Stream Mapping (VSM).....	10
1.5.5. Heijunka.....	12
CAPITULO 2: DESCRIPCION Y SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA	13
2.1. Situación Actual del Sector Manufactura.....	13
2.2. Competencia en el Sector Manufactura	15
2.3. Descripción General de la Empresa	16
2.3.1. Modelos de productos	16
2.3.2. Organización	18
2.3.3. Visión y Misión.....	20
2.3.4. Modelo de negocio.....	21
2.3.5. Proveedores:.....	22
2.3.6. CLIENTES:.....	24
2.4. Descripción del proceso productivo	24
2.5. Cadena de suministro	36
CAPITULO 3: DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.....	38
3.1. Consideraciones generales	38

3.2.	Análisis y selección de la línea de producción a estudiar	39
3.3.	Descripción e identificación del problema.....	41
3.4.	Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor (VSM).....	44
3.5.	Identificación de métricas de Lean.....	52
CAPITULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA		60
4.1.	Aplicación de metodología 5S	61
4.2.	Aplicación de Kanban	70
4.3.	Aplicación de herramienta SMED	72
CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE MEJORA ..		79
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		92
6.1	Conclusiones.....	92
6.2	Recomendaciones	96
BIBLIOGRAFIA.....		100



Índice de Figuras

FIGURA 1: DIAGRAMA CAUSA – EFECTO.....	4
FIGURA 2: ESTRUCTURA LEAN MANUFACTURING.....	5
FIGURA 3: PRINCIPIOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....	6
FIGURA 4: INDICE DE LA PRODUCCION MANUFACTURERA	14
FIGURA 5: VARIACION PORCENTUAL DEL SECTOR MANUFACTURA.....	15
FIGURA 6: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	18
FIGURA 7: MAPA RELACIONAL DE LA EMPRESA	21
FIGURA 8: PORCENTAJE DE PARTICIPACION EN LA VENTA DE BALONES DE GAS	23
FIGURA 9: PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE CLIENTES	24
FIGURA 10: DOP DEL PROCESO DE FABRICACION	26
FIGURA 11: ROLLOS DE MATERIA PRIMA PARA LAS LAMINAS	27
FIGURA 12: ALETEADORA.....	28
FIGURA 13: CORTADO DE LAMINA.....	28
FIGURA 14: LLENADO DE MESA	29
FIGURA 15: SISTEMA DE DOBLADO DEL TUBO (TUBERA)	30
FIGURA 16: ALMACEN DE INSUMOS TERMINADOS	31
FIGURA 17: LLENADO DE TUBOS EN MESAS.....	32
FIGURA 18: ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS	36
FIGURA 19: CADENA DE SUMINISTRO DE MATERIAL IMPORTADO	37
FIGURA 20: CADENA DE SUMINISTRO DE MATERIAL NACIONAL	37
FIGURA 21: PRODUCCIÓN ANUAL DE LA EMPRESA	38
FIGURA 22: DIAGRAMA DE PARETO DE PRODUCCIÓN	40
FIGURA N°23 MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL	45
FIGURA 24: COMPARACION ENTRE LOS TIEMPOS DE CICLO Y TALK TIME.....	48
FIGURA 25: OEE DE LOS ULTIMOS 10 MESES ANALIZADOS	56
FIGURA 26: TASA DE DISPONIBILIDAD DE LOS ULTIMOS 10 MESES	57
FIGURA 27: TASA DE RENDIMIENTO DE LOS ULTIMOS 10 MESES	58
FIGURA 28: TASA DE CALIDAD DE LOS ULTIMOS 10 MESES	59
FIGURA 29: DESORDEN EN ESTRUCTURA DONDE SE ALMACENA REPUESTOS VARIADOS.....	62
FIGURA 30: DESORDEN EN REPISA DE PARRILLAS	62
FIGURA 31: DESORDEN EN ESTRUCTURA DONDE SE CORTAN LOS TUBOS	62
FIGURA 32: DESORDEN EN MESA DONDE SE PROCESAN LAS LAMINAS DE LATON	62

FIGURA 33: TARJETA DE CLASIFICACIÓN	64
FIGURA 34: ANDAMIO DE METAL	65
FIGURA 35: GABINETE DE LIMPIEZA.....	67
FIGURA 36: FORMATO DE EVALUACION DE LIMPIEZA	68
FIGURA 37: KANBAN DE ENSAMBLADO	71
FIGURA 38: SET-UP DE TUBERA.....	76
FIGURA 39: FLUJO DE CAJA	91



Índice de Tablas

TABLA 1: MODELO DE PRODUCTOS QUE ELABORA LA EMPRESA	17
TABLA 2: PRODUCCION DE LA EMPRESA	38
TABLA 3: DEMANDA ANUAL DE LA EMPRESA.....	40
TABLA 4: DEMANDA DE LOS CLIENTES	41
TABLA 5: DEMANDA ATENDIDA A LOS CLIENTES	41
TABLA 6: DEMANDA ATENDIDA (PORCENTAJES)	42
TABLA 7: FALENCIAS IDENTIFICADAS EN EL PROCESO	43
TABLA 8: CALCULO DEL TALK TIME DE LA FAMILIA SELECCIONADA	47
TABLA 9: COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE CICLO Y TALK TIME	48
TABLA 10: MTBF DE LA EMPRESA	53
TABLA 11: MTTR DE LA EMPRESA	53
TABLA 12: RESUMEN DE DATA PARA EL CALCULO DE LA OEE.....	55
TABLA 13: CALCULO DE LA OEE	55
TABLA 14: PORCENTAJE DE LOS ULTIMOS OEE (10 MESES)	56
TABLA 15: TASA DE DISPONIBILIDAD DE LOS ULTIMOS 10 MESES ANALIZADOS.....	57
TABLA 16: TASA DE RENDIMIENTO DE LOS ULTIMOS 10 MESES ANALIZADOS	58
TABLA 17: TASA DE CALIDAD DE LOS ULTIMOS 10 MESES ANALIZADOS	59
TABLA 18: HERRAMIENTAS A UTILIZAR	60
TABLA 19: HORARIO DE LIMPIEZA	66
TABLA 20: REDUCCION DEL TIEMPO DE AREAS.....	69
TABLA 21: ANALISIS DEL ABASTECIMIENTO DEL AREA DE ENSAMBLADO	71
TABLA 22: REDUCCION DEL INVENTARIO A LA ENTRADA DEL ENSAMBLADO	72
TABLA 23: ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE SET-UP DE TUBERA	74
TABLA 24: ACTIVIDADES SET-UP DE LA TUBERA	75
TABLA 25: TIEMPOS DE SET-UP ACTUAL VS PROPUESTO	77
TABLA 26: REDUCCION DE TIEMPOS POR METODOLOGIA SMED	78
TABLA 27: COSTO MANO DE OBRA	79
TABLA 28: COSTO POR LA IMPLEMENTACION DE 5S AL PERSONAL	81
TABLA 29: COSTOS POR LAS CAPACITACIONES DE 5S AL PERSONAL INVOLUCRADO	82
TABLA 30: COSTOS POR INSUMOS EN 5S AL PERSONAL	82
TABLA 31: RESUMEN DE INVERSIÓN PARA 5S	83
TABLA 32: GASTOS POR IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SMED POR HORAS .	84
TABLA 33 GASTOS POR APLICACIÓN DE SMED	85

TABLA 34: RESUMEN DE INVERSIÓN PARA LA METODOLOGÍA SMED	85
TABLA 35: GASTOS POR LA PUESTA EN MARCHA DE METODOLOGÍA KANBAN POR HORAS	87
TABLA 36: GASTOS POR LA PUESTA EN MARCHA DE METODOLOGÍA KANBAN	87
TABLA 37: RESUMEN DE INVERSIÓN PARA LA METODOLOGÍA KANBAN	88
TABLA 38: AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S	89
TABLA 39: AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED	89
TABLA 40: AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KANBAN .	90



INTRODUCCION

La presente investigación es incrementar y mejorar la capacidad de producción de los paneles de radiador, esto se debe al gran mercado que se puede explotar en la industria peruana y países fronterizos; a pesar de que se cuenta con una competencia con un producto importado de menor precio, lo cual ha generado que se pierda mercado, la producción nacional cuenta con mejores beneficios los cuales están resaltando sobre la competencia.

En el capítulo 1, se elaborará una descripción amplia del marco conceptual de la herramienta a utilizar, siendo esta Lean Manufacturing y las herramientas de Ingeniería Industrial, en la empresa como caso de estudio a analizar.

En el capítulo 2, se presentará una descripción actual de la empresa, reseña histórica, los recursos que utiliza, el producto y las maquinarias.

En el capítulo 3, se realizará un diagnóstico a la empresa, considerando a la familia más representativa como la principal con lo cual se determinará cuáles son sus falencias y de esta manera poder brindarles posibles soluciones más adelante.

En el capítulo 4, se planteará las posibles propuestas de mejora, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing, que irán acorde a los puntos observados en el diagnóstico buscando brindarles soluciones a sus problemas.

En el capítulo 5, se realizará una evaluación económica de las propuestas, por medio de indicadores en donde se evalúe la viabilidad del proyecto tomando en cuenta si es rentable o no la implementación de la propuesta para la Empresa.

Para finalizar, en el último capítulo se brindarán las conclusiones y recomendación de la tesis elaborada respecto a los impactos que las metodologías propuestas mostraron.

CAPITULO 1: MARCO TEORICO

En el presente capítulo se realizará una descripción de la manufactura esbelta, así como los tipos de desperdicios. Luego de ello, se verá por qué es importante que se presenten los conceptos de las herramientas, sistemas, gráficos y diagramas, metodologías, los cuales serán de utilidad para el desarrollo de los capítulos que se presentaran en el siguiente informe. Las diferentes metodologías servirán para explicar las características y luego para aplicarlas de la manera más adecuada en los problemas y conocer cuáles serán los beneficios que generara.

1.1. Proceso

Un proceso podría definirse como una secuencia ordenada de actividades que pueden ser repetitivas cuyo producto final cuenta con un valor intrínseco para su usuario o cliente. En este contexto, el valor se entiende como la manera en la cual los clientes, accionistas, personal, proveedores o sociedad perciben el producto al recibirlo, pues el valor es un concepto relativo (Pérez,2010)

1.2. Mejora de procesos

Un proceso de mejora implica varias etapas que evidencien las oportunidades que se presentan en una inspección y que deberían seguir controlándose una vez implantada la mejora. Tomando en cuenta la afirmación de Izaguirre (2003), este menciona que la mejora de un proceso es una tarea extraordinaria y ocasional. Así mismo se debe tener en cuenta que cuando aparece un problema, debe tomarse las acciones necesarias para poder solucionarlo, y que con ello pueda seguir con su curso inicialmente programado.

1.3. Procesos y sus herramientas

Actualmente encontramos varias herramientas que permiten mostrar la situación en la que se encuentra una empresa, las cuales se pasan a detallar:

1.3.1. Análisis de Pareto

El diagrama de Pareto se utiliza esencialmente para ordenar los datos recopilados de las muestras. Con ello se las puede clasificar gráficamente para obtener así cuales son de mayor o menor relevancia.

Según Verdoy (2006), mediante la aplicación del Diagrama de Pareto se pueden identificar los problemas de mayor relevancia ya que, por lo regular, el 80% de los resultados totales se originan el 20% de los elementos.

1.3.2. Matriz FODA

Es una herramienta de análisis de la situación de la empresa, la cual nos mostrara algunos aspectos que no son visibles fácilmente. El objetivo de esta herramienta es brindar un diagnóstico global de la empresa para así poder tomar las decisiones necesarias y corregir los errores. Sus iniciales provienen de los términos: debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. Según Espinosa (2013) la matriz de análisis DAFO permite identificar tanto las oportunidades como las amenazas que presentan nuestro mercado, y las fortalezas y debilidades que muestra nuestra empresa.

1.3.3. Diagrama Causa-Efecto

Este diagrama es una herramienta que nos muestra, mediante una gráfica, un conjunto de causas y efectos como se detalla en la siguiente figura.

La Figura 1 muestra el diagrama de Pescado o Ishikawa, el cual se puede apreciar que este consta de 6 partes importantes, los cuales son los materiales, maquinas, métodos, medio ambiente, mano de obra y la medición.

Según Peralta (2002), el Diagrama Causa-Efecto representa la estructura de las posibles causas de un problema. Como se muestra en la imagen, las posibles causas se ubican al lado izquierdo, mientras que los posibles problemas se ubican en el lado derecho. Tal efecto o problema se muestra del lado izquierdo, mientras que las posibles causas se anotan del lado derecho.

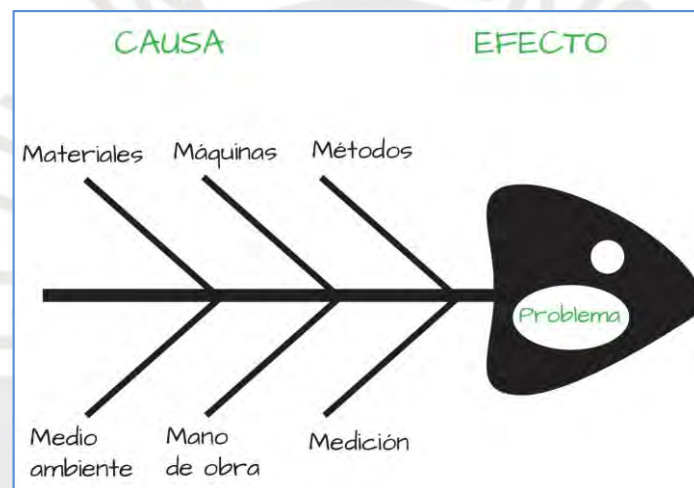


FIGURA 1: DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Fuente: designthinkingespaña (2019)

1.3.4. Capacidad de proceso

Para Hansen (1989), la capacidad del proceso puede establecerse al inicio del proyecto, a través de un estudio preliminar o vigilarse de forma continua durante la producción. Con esto se puede determinar si el proceso cumplirá con lo establecido inicialmente, lo cual nos ayudará a delimitar los parámetros que se obtengan mediante el proceso.

1.4. Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta)

Este proceso es una mejora continua que tiene como objetivo principal la eliminación de los desperdicios.

Según lo expuesto por Rajadel y Sánchez (2010) se entiende por Lean Manufacturing a la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio o las que no aportan valor al producto.

Por otro lado, también se puede mencionar que esta herramienta nos permite trabajar en las mejoras dentro de los procesos que deban optimizarse para obtener un producto que garantice la calidad que espera el cliente.

Se presenta la Figura 2 que nos va a detallar la base del método de *Lean Manufacturing*, esta se basa en sus herramientas como el VSM, las 5S, SMED, TPM, Kanban, Kpi's.



FIGURA 2: ESTRUCTURA LEAN MANUFACTURING

Fuente: Lean Manufacturing (2017)

1.4.1. Principios de la Manufactura Esbelta

La Manufactura Esbelta tiene como base 5 principios. La Figura 3 nos muestra los principios lo cual se puede apreciar que es un proceso cíclico debido a que siempre habrá puntos por mejorar, además de llevar un control de este.



FIGURA 3: PRINCIPIOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Fuente: Rubenapaza (2018)

❖ **Especificar el valor del producto desde el punto de vista del cliente**

El primer principio tiene que ver con especificar el valor. En otras palabras, lo que se busca es satisfacer las necesidades del cliente a un precio y a un tiempo específico, el cual debe ser únicamente definido por el cliente. De esta manera, se define lo que no adquiere valor desde la punta de vista del cliente; es decir los desperdicios y esto debe ser eliminado.

❖ **Identificar la cadena de valor**

Es el conjunto de acciones requeridas para generar un producto específico.

Un flujo de valor incluye “todas las acciones, tanto de valor agregado como sin valor agregado, actualmente requeridas para llevar un producto desde la materia prima a los brazos del cliente o mediante el flujo de diseño desde el concepto hasta el lanzamiento” (Morgan,2002)

❖ **Hacer un flujo continuo**

Este punto tiene que ver con la producción de dejar que la producción y el valor fluya. Esto quiere decir que sea continua y sin interrupciones, que debe ser capaz de detener la

capacidad de cumplir su propio proceso. En este paso se debe eliminar los contraflujos, desechos, las interrupciones. Con todo lo mencionado antes, la muda (desperdicios) se hace más notable y fácil de detectar.

❖ **Dejar que el cliente tire del flujo**

Este ítem tiene que ver con dejar que el cliente obtenga lo que desea, cuando lo desea, como lo desea y la cantidad que desea. En otras palabras, solo se debe producir lo necesario y no *stockearse* de productos que no llamen la atención al público objetivo para no generar material detenido.

❖ **Mejora continua en búsqueda de la perfección**

Para este punto se debe tener en claro que es la perfección y para eso debemos tener en constante identificación de manera conjunta las formas de crear valor a través del *feedback*, todo esto con el fin de encontrar la gratitud del cliente y así obtener su fidelidad con el producto.

Para tener un panorama más claro de lo que es la muda, Shingo (1993) nos muestra siete tipos de muda, que se detallada a continuación:

1. Muda de sobreproducción
2. Muda por tiempo de espera
3. Muda de transporte
4. Muda de sobre proceso
5. Muda por exceso de Inventario
6. Muda de movimientos
7. Muda de defectos

1.5. Herramientas de la Manufactura Esbelta

El objetivo principal de esta herramienta es eliminar todos los procesos que no generen valor agregado al producto que se quiera analizar. Con ello se buscará eliminar todos los desperdicios y se utilizarán las diferentes herramientas que se tiene para mejorar las operaciones de manera continua y de esta manera siempre se respeta la labor del operario.

1.5.1. Las 5S

La herramienta de 5S son los 5 principios japoneses cuyos nombres comienzan con S y su finalidad es conseguir una fábrica limpia y ordenada (Rey, 2005). Estos son los siguientes:

- ❖ Seiri (Organizar y Seleccionar)

Este paso consiste en clasificar todos los objetos y materiales que hay en los lugares de trabajo para ello se identifican y se dividen los elementos con la finalidad de eliminar todos los elementos que no son necesarios para labores del día a día.

- ❖ Seiton (Ordenar)

Este segundo paso establece los lugares donde se debe colocar los elementos que han sido clasificados con el fin de poder encontrarlo con mayor facilidad. Para ello se debe ordenar de acuerdo con la prioridad en la que se encuentre los objetos.

- ❖ Seiso (Limpiar)

En este punto se trata de mantener limpio fuera de polvo y suciedad, no se trata de hacer brillar las máquinas y/o equipos, el fin de este ejercicio es enseñar al operario/administrador como son sus máquinas y mostrarle en donde se encuentran los focos de suciedad.

Posteriormente a ello, se debe identificar de donde se produce la suciedad y eliminarlo para mantener el nivel de limpieza de referencia alcanzado.

❖ Seiketsu (Mantener limpio)

En este punto se debe mantener el patrón de limpieza establecido, para así poder distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal., mediante normas sencillas y visibles para todos los operarios.

❖ Shitsuke (Disciplinar)

En esta última etapa se busca realizar la auto inspección de manera continua. Con ello se busca afianzar el pensamiento de que cualquier momento es bueno para revisar y ver cuál es nuestra situación actual, mejorar los estándares de las actividades realizadas.

En resumen, general, se busca ser rigurosos y responsables para mantener el nivel de referencia una vez alcanzado, entrenando a todos para continuar con una línea de acción.

1.5.2. SMED

Esta herramienta que proviene de las siglas en ingles Single Minute Exchange of Die (SMED) es un método que permite reducir considerablemente las pérdidas de disponibilidad a causa de las actividades de cambios de formatos, moldes y herramientas en un corto tiempo.

Por otro lado, dentro de sus beneficios se encuentra que esta ayuda a mejorar la liquidez del negocio que se analiza por medio de la eliminación de la sobre producción y permite a la diversificación de la producción de la empresa, ya sea por grandes lotes o lotes pequeños. Con lo antes mencionado se incrementará la productividad y se reducirán costos.

La metodología SMED cuenta con 4 etapas o fases, las cuales son las siguientes:

- Fase 0 o preliminar: En esta etapa se buscará toda la documentación del proceso.
- Fase 1 o separación: En esta etapa se identificará y se separará las actividades internas y externas.

- Fase 2 o conversión: En esta etapa se buscará convertir las actividades internas en actividades externas.
- Fase 3 o mejora continua: En esta etapa se buscará mejorar las actividades de preparación con los 4 principios que son simplificar, reducir, eliminar y combinar.

1.5.3. Kanban

El sistema *Kanban*, según Cuatrecasas (2012), es aquel sistema que actúa bajo la filosofía *Just in Time* (JIT); es decir, que lo que se precise en un determinado proceso de producción debe ir a buscarse en el proceso o suministro anterior (sistema *pull*), siendo el objetivo principal obtenerlo en la cantidad y momento justo en que se necesiten (justo a tiempo). Así mismo se puede mencionar que este es un método visual de gestión que nos permite visualizar los flujos y sus cargas de trabajo. Esto nos ayudara a organizar el trabajo y obtener una mejor productividad.

1.5.4. Value Stream Mapping (VSM)

El VSM o Mapeo del flujo de valor, es una herramienta que tiene por objetivo principal realizar un seguimiento del flujo de materiales e información de los procesos a través de herramientas graficas. El objetivo de esta metodología es proponer mejoras y eliminar todo proceso que no genere valor agregado; ya que, a través del VSM se puede identificar los procesos que generan desperdicios dentro de la planta.

Como punto de partida, Womack (2018) nos menciona que para realizar un correcto proceso de mapeado se deben seguir los 5 siguientes pasos:

- **Identificar el producto, familia de productos o servicio**

Se busca inicialmente identificar el grupo de productos o la familia que se estudiara.

Para poder ubicar cual será el grupo de estudio se puede denotar que este tiene un proceso productivo similar a los otros.

➤ **Determinación del VSM Actual**

En este punto se busca representar el estado actual del flujo de materiales. El mapeo o la visualización general se inicia en el cliente y recorre el proceso productivo hasta llegar a los proveedores de materias primas. Aquí se detallan flujos de materiales.

➤ **Determinación del VSM Futuro**

En este punto se observará la futura situación de la empresa, la misma que debe ir acorde a la filosofía Lean y para ello se debe cumplir con ciertos puntos:

a) Se buscará acomodar el tiempo de proceso de productos según el *Takt time*. Con ello se busca mejorar la respuesta de la empresa ante el pedido del cliente.

b) Se buscará compenetrar las líneas de producción, lo cual nos ayudará a unir los procesos; así mismo, eliminar los espacios vacíos para así minimizar los tiempos libres en el trabajo.

c) Las pautas de la producción debe ir acorde con los requerimientos del cliente.

d) Se buscará nivelar la producción para evitar demoras en los cuellos de botella propios del proceso de producción.

Se debe establecer cada cuanto tiempo se tiene una pieza producida. Con esto nos ayudara a conocer y delimitar cuánto tiempo pasamos en producción efectiva y cuánto se toma para preparar las maquinarias necesarias en la producción.

➤ **Establecer los pasos necesarios para lograr la situación futura**

Para este punto se debe tener en cuenta con exactitud el mapa de valor actual y que es lo que se busca mejorar para que de esta manera se pueda planificar las labores que sean necesarias.

➤ **Implementación**

Para finalizar con el proceso de esta herramienta de Lean Manufacturing, se buscará que la implementación sea a través de un grupo de personas que nos brinden varios puntos de vista.

Con ello se busca atacar los problemas de diversas maneras para que así se puedan eliminar los procesos que no generen valor agregado. Las ventajas de la aplicación de VSM explicadas según Rother (2003) son:

- ❖ La gráfica juntamente con los datos numéricos nos ayudara a entender la situación actual. Esto nos permitirá la visión del flujo de materiales y la información.
- ❖ La posibilidad de VSM como punto de partida de un plan estratégico de mejora gracias a su gran descripción del proceso productivo.

1.5.5. Heijunka

El Método de Heijunka es una técnica que busca equilibrar las líneas de producción para poder flexibilizar el sistema productivo, para así permitir una mezcla de productos que satisfagan las variantes requeridas por los clientes.

Según Cabrera (2000), el objetivo es que el proceso fluya de manera continua y rápida por cada una de las operaciones que conforma el proceso, tratando de evitar acumulaciones entre máquinas y eliminando los inventarios intermedios.

Según Galgano (2003) una de las ventajas más importantes del uso de *Heijunka* se encuentra que, a comparación del sistema tradicional con grandes lotes de producción que pueden durar varios días y en el que los artículos en espera sufren aumentos considerables de los tiempos de entrega, esta técnica brinda lotes pequeños y distribución equilibrada en el tiempo, no existe un privilegio de artículos en particular y todos tienden a tener el mismo tiempo de entrega.

CAPITULO 2: DESCRIPCION Y SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa por analizar inicio sus operaciones el 30/07/2004 con la finalidad de fabricar paneles de radiador para el mercado nacional inicialmente. Cuenta con aproximadamente 9 modelos los cuales tienen diferentes subcódigos con sus respectivas medidas. Según consta en su registro de Sunat, tiene como actividad económica principal la venta de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores. A continuación, se analizará el sector en el que se encuentra ubicada la empresa y de esta manera se ira entendiendo con mayor profundidad cómo funciona en el mercado peruano.

2.1. Situación Actual del Sector Manufactura

En la actualidad, la manufactura tiene una enorme participación dentro de la economía mundial. Para el Perú, si bien en cierto que somos un país en desarrollo del sector, el hablar de la manufactura es un punto clave en el desarrollo del país. Según el Instituto nacional de estadística e informática (INEI), la industria nacional, para enero del 2023, registro un incremento de 1,08% con respecto a enero del 2022, determinado por la mayor actividad del subsector primario y no primario.

En la Figura 4 se muestra el gráficamente como se desarrolló la industria a inicios del 2023 en base a 2007, en donde se puede apreciar que la industria nacional nos muestra una tendencia de caída durante el inicio de mayo del 2021 debido a factores externos; sin embargo, la industrial nacional empezó a regularizarse de forma gradual a tal punto de tener una variación positiva con relación a los dos últimos meses en donde se aprecia que se presencié una variación negativa.

Índice de la Producción Manufacturera
 Año base 2007
 Índice y variaciones interanuales
 Enero 2021-Enero 2023

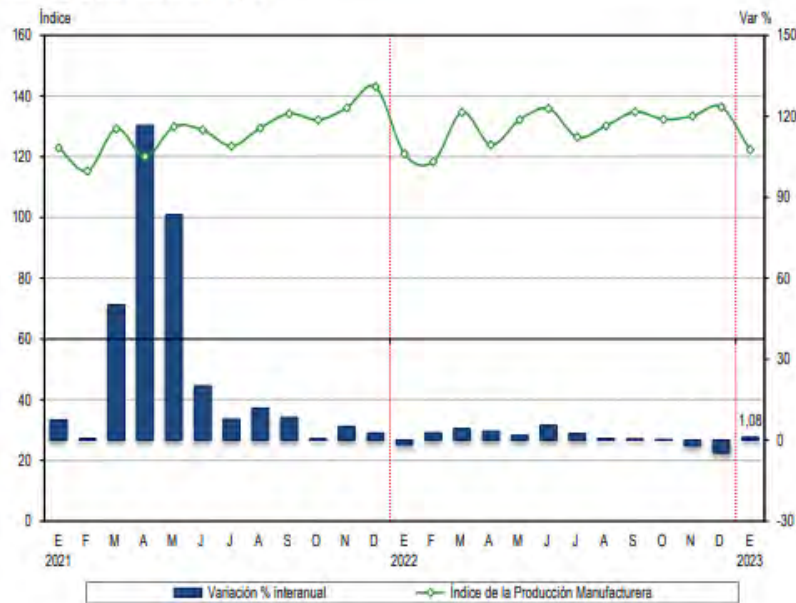


FIGURA 4: INDICE DE LA PRODUCCION MANUFACTURERA

Fuente: INEI (2023)

Según INEI el subsector fabril primario mostro un crecimiento mayor a los que se había observado en la rama de elaboración y conservación de pescado, crustáceos y moluscos. Por otro lado, también se observó que el subsector fabril no primario arrojó un decrecimiento en las industrias de bienes intermedios, la industria de bienes de consumo y de bienes de capital. (INEI, 2023).

La mejora paulatina de la industria manufacturera se debe en gran parte gracias al apoyo del estado peruano con los planes de reactivación económica nacional.

En la Figura 5 se detalla de manera más precisa el sector de manufactura en el Perú para enero del 2023. Como se aprecia se ve que la variación para enero del 2023 es de 13,56% en el sector fabril primario y de -3,16% en el no primario.

Índice de la Producción Manufacturera, según actividad
 Año base 2007
 Incidencias, variaciones interanuales y anualizadas
 Enero 2023

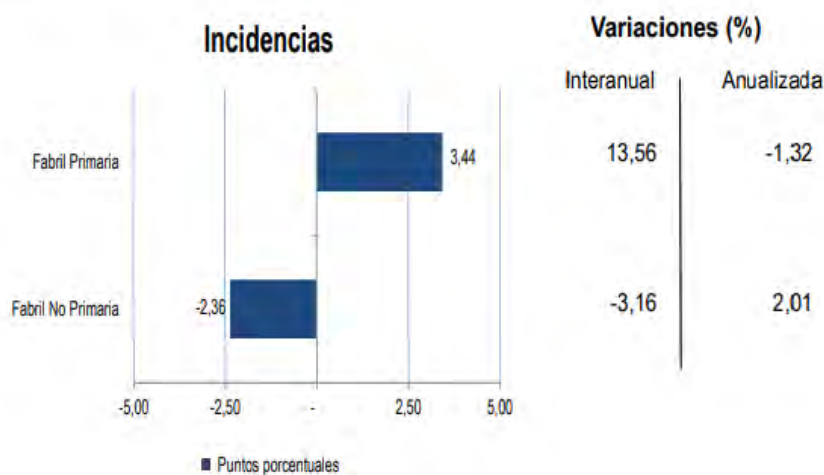


FIGURA 5: VARIACION PORCENTUAL DEL SECTOR MANUFACTURA
 Fuente: Ministerio de la Producción- Viceministerio de MYPE e Industria

2.2. Competencia en el Sector Manufactura

En la actualidad podemos observar que la industria de fabricación de radiadores tiene una competencia alta en el mercado local. Esto se debe al ingreso del producto chino, ya que este es más barato que el producto nacional lo cual genera una disminución en las ventas. Sin embargo, a pesar del precio, muchas empresas y personas naturales están optando por volver a comprar de nuevo el producto nacional debido que ofrece mejores garantías y; además de ello, este puede ser reparado de forma inmediata por los diversos técnicos que se encuentran en el Perú.

Dentro del mercado local, solo hay dos empresas que fabrican a escala media, las cuales son la empresa de Radiadores FORTALEZA y la empresa que se analiza en la presente tesis; sin embargo, hay 2 fábricas más que producen, pero su operación es limitada a los pedidos que puedan recibir por sus clientes lo cual no las hace competitivo a nivel nacional. Cabe resaltar que la empresa a analizar y FORTALEZA, cuentan con gran parte de su materia prima de

procedencia extranjera, esto se debe a que el producto que se ofrece desde la fundición KME, antes AURUBIS, es de mejor calidad a comparación del mercado local.

2.3. Descripción General de la Empresa

El presente informe nos mostrara una empresa manufacturera conformada por 16 personas dedicadas a la producción, directa e indirectamente, de panales de radiador.

Dichas personas se desempeñan en casi todas las áreas, esto quiere decir que los operarios en su gran mayoría pueden desempeñarse en otras áreas que no son de su especialidad; sin embargo, hay áreas donde se necesita especialización para poder operar las maquinas como las tuberías, el horno industrial y el estañado de las parrillas.

Los radiadores, como muchos repuestos, tienen como público objetivo a las personas naturales y jurídicas que necesiten adquirir repuestos para sus vehículos y/o maquinarias para que estos se desempeñen de manera correcta.

La empresa, como ya se mencionó, se dedica a la fabricación de panales de radiadores industriales; asimismo, produce también tubos mesabi el cual tiene un sistema parecido al de los radiadores.

La importancia de los radiadores radica en que es un medio de enfriamiento del motor; debido a que, este nos devuelve el refrigerante a altas temperaturas y por lo cual, la función principal del radiador es su enfriamiento para que el motor no sufra daños por calentamiento.

2.3.1. Modelos de productos

La planta fabrica productos a base de latón, cobre y estaño para diversos modelos de panales de radiador. Estos productos se dividen en 9 tipos de modelos con los cuales buscan abastecer la demanda del mercado peruano, los cuales son los siguientes:

En la Tabla 1 se detalla los modelos antes mencionados; así mismo, se detalla las dimensiones de los productos a ensamblar y los detalles del panel como el ancho del tubo, el paso o separación entre tubo a tubo y los espesores del material con los que trabaja la Empresa. También se denota que existen dos tipos de láminas que elabora la empresa la cual es corrugada y plana, o como se denomina dentro de la empresa como risos y aleta plana respectivamente.

TABLA 1: MODELO DE PRODUCTOS QUE ELABORA LA EMPRESA

	Nº DE FILAS	ANCHO DE TUBO(pulgadas)	PASO DE TUBO A TUBO (mm)	ESPESOR DEL PANAL	CARACTERISTICAS
MODELO EG	3	1/2	16	1 1/2	PANALES CON LAMINA PLANA
	4	1/2	16	1 7/8	
MODELO EK	3	3/4	16	1 3/4	PANALES CON LAMINA PLANA
	4	3/4	16	2 1/4	
MODELO SG	3	1/2	16	1 3/4	PANALES CON LAMINA PLANA
	4	1/2	16	2 1/4	
	5	1/2	16	2 7/8	
	6	1/2	16	3 1/2	
MODELO CTG	2	1/2	12.20	1 1/4	PANALES CON LAMINAS CORRUGADAS
	3	1/2	12.20	1 4/5	
	4	1/2	12.20	2 1/2	
	5	1/2	12.20	3 1/8	
MODELO CTX	2	1/2	8.20	1 1/5	PANALES CON LAMINAS CORRUGADAS
	3	1/2	8.20	1 4/5	
	4	1/2	8.20	2 1/2	
MODELO CSV	3	3/4	11.50	2 3/4	PANALES CON LAMINAS PLANAS
	4	3/4	11.50	3 4/7	
	5	3/4	11.50	4 1/2	
	6	3/4	11.50	5 1/4	
MODELO CAT	4	1/2	16.00	3	PANALES CON LAMINAS PLANAS
	5	1/2	16.00	3 3/4	
	6	1/2	16.00	4 1/2	
	7	1/2	16.00	5 3/8	
	8	1/2	16.00	6	
MODELO CK	4	3/4	16.00	3	PANALES CON LAMINA PLANA
MODELO CTK	3	3/4	12.00	2 1/2	PANALES CON LAMINAS CORRUGADAS

Fuente: Farainpersac

2.3.2. Organización

La empresa cuenta con una organización descentralizada verticalmente, es decir, que el poder formal y la toma de decisiones recae en los funcionarios de la línea de cada departamento.

La toma de decisiones recae principalmente sobre la Gerencia General; así mismo, cada una de las áreas están a cargo de sus propios colaboradores y a su vez se subdividen en su jefatura.

La organización de la empresa se muestra en la Figura 6, la cual muestra cada área de acuerdo con su posición en la estructura de la empresa.

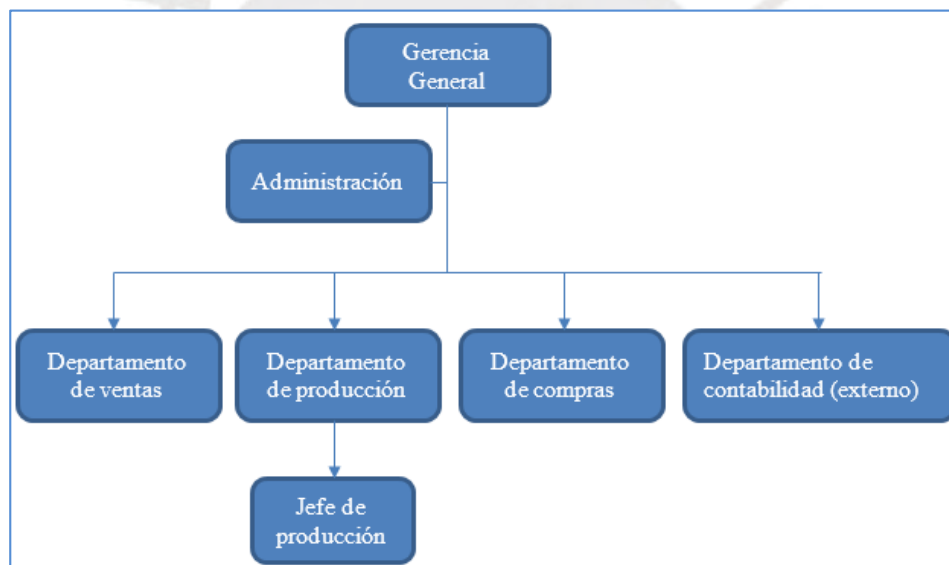


FIGURA 6: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Fuente: Farainpersac

Alto mando

❖ Gerencia General:

Encabezada por la accionista mayoritaria de la empresa. Actualmente la empresa cuenta con 6 accionistas, dentro de los cuales el gerente general cuenta con más del

50% de las acciones y los demás, con porcentajes repartidos de manera equitativa entre ellos.

Mando medio

❖ Administración:

Esta área tiene como objetivo principal mantener el buen funcionamiento de la empresa. En total es 1 persona encargada del área en mención, el cual trabaja de la mano con la gerente general.

❖ Departamento de ventas:

Esta área es la encargada de la venta de los paneles de radiador hacia los distribuidores o público final. Asimismo, son los encargados de las cobranzas de estos en las fechas pactadas por la empresa en caso sea al crédito. Aquí se observa 2 vendedores de la empresa, cada uno cuenta con una zona específica de atención al cliente.

❖ Departamento de producción:

Esta es el área encargada de toda la producción de la empresa. Por otro lado, también se encargan de emitir comunicado hacia el área de compras en caso algún material este por debajo de su stock de seguridad para su proceso de compra. Aquí son 1 personas encargadas de toda el área.

❖ Jefe de producción:

Es el encargado de la supervisión del área de producción desde el proceso de armado hasta el encajonado de este. Solo se cuenta con 1 jefe de producción.

❖ Departamento de compras:

Este departamento es el encargado de las compras de materia prima y de las cotizaciones de material que el personal necesite. En esta área se encuentran 1 persona encargada de la gestión de compras, cabe resaltar que dicha área está en constante comunicación con el área de producción y ventas.

❖ Departamento de contabilidad:

Es una empresa externa que brinda el servicio. No se conoce el número exacto de colaboradores en esta sección.

❖ Personal de producción:

Son los encargados de la producción de los paneles de radiador, ellos llevan la responsabilidad de cumplir correctamente los pasos para poder producirlos. En caso no cumplan con los procedimientos que se mencionarán más adelante, estos no podrán continuar con la producción debido a que se generara retrasos. Dentro de esta sección, la empresa cuenta con 9 personas encargadas de elaborar los paneles para la producción.

2.3.3. Visión y Misión

Misión:

Estar comprometidos con la búsqueda de la excelencia operativa y los más altos estándares de atención al cliente. Emplear una relación estrecha con nuestros proveedores, distribuidores, clientes y personal, basada en la confianza y el trabajo en equipo para beneficio de todos.

Visión:

Ser una empresa líder en el mercado nacional e internacional, en el rubro de intercambiadores de calor con gran participación en Sudamérica, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes con productos y servicios de alta calidad.

2.3.4. Modelo de negocio

La empresa cuenta con un modelo de negocio que se muestra a continuación en la Figura 7.



FIGURA 7: MAPA RELACIONAL DE LA EMPRESA

Elaboración propia

La figura mostrada indica que la empresa cuenta como aliados principales a sus proveedores antes mencionados en el cual se recibe los beneficios tangibles o intangibles de parte de ellos; así mismo se hace mención a los clientes con los que cuenta la empresa la cual se pasara a detallar más adelante. A continuación, se definirá cada uno de ellos.

2.3.5. Proveedores:

MASYDASE:

Empresa peruana ubicada en el distrito de Villa el Salvador, la cual se encarga del control de contabilidad del negocio. Su porcentaje de participación de contabilidad es el 100% debido a que es la única empresa con la que se trabaja en ese rubro.

KME:

Empresa holandesa la cual se encarga de proveer el material (en rollos) de latón y bronce para laminas y tubos. La fábrica tiene contacto con la sucursal en el Perú y se gestiona para que el pedido se procese en su planta principal. Cabe recalcar que KME es la única empresa que provee dicho material, para las láminas, a la fábrica por lo cual tiene el 100% de participación.

JY BRONZEROS SAC:

Empresa peruana ubicada en el distrito del Agustino la cual se encarga de proveer las planchas de bronce para las parrillas de los panales de radiador. El contacto es directo y los pedidos son de acuerdo con la necesidad del cliente.

ZINSA:

Empresa peruana ubicada en la provincia del Callao la cual provee de plomo para el mezclado con el estaño en las cantidades requeridas. Dicha empresa es el proveedor al 100% de la materia prima en mención debido a la calidad de su producto.

MINSUR S.A.:

Empresa peruana ubicada en la provincia del Callao la cual provee de estaño para el mezclado con el plomo en las cantidades requeridas. Dicha empresa es el proveedor al 100% de la materia prima en mención debido a la calidad de su producto.

ZETA GAS:

Empresa que se encarga de suministrar los balones de gas para el horno, las tuberías y estañadoras. Actualmente es la principal empresa que suministra este recurso; sin embargo, no es la única debido a un nuevo ingreso de otras marcas tales como flama gas, sol gas y lima gas.

A continuación, en la Figura 8, se presenta un gráfico en el cual se aprecia el porcentaje de participación de la venta de balones de gas de cada empresa hacia la fábrica.

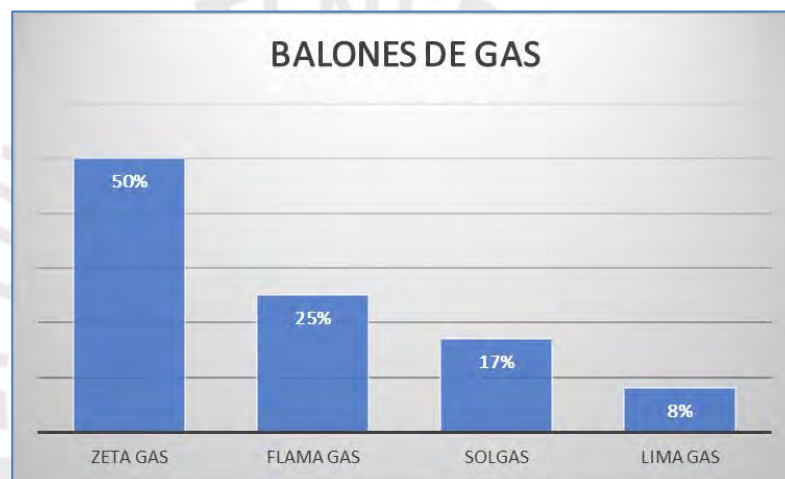


FIGURA 8: PORCENTAJE DE PARTICIPACION EN LA VENTA DE BALONES DE GAS

Fuente: Farainpersac

LUZ DEL SUR:

Empresa que se encarga de suministrar la electricidad necesaria para encender las maquinarias con la finalidad de la elaboración de los paneles de radiador. Es el proveedor principal debido a que tiene el 100% de participación que brinda este recurso.

US CHEMICAL PERU SAC:

Empresa que se encarga de suministrar el flux, es un componente químico que suplanta la función del ácido muriático, en galones con los cuales se hacen la limpieza de impurezas de los radiadores antes de ser horneados.

2.3.6. CLIENTES:

La empresa cuenta con varios clientes, ya sean como empresas o consumidores finales.

La empresa cuenta con sus principales clientes como Cointecsac, Radiadores Tropical, Rintusac, Radiadores Luque, Radiadores tintaya, entre otras pequeñas empresas y clientes directos.

A partir de ello, en la Figura 9, se presenta una gráfica para ver el porcentaje de participación de compra de cada uno de estos. Cabe recalcar que la empresa produce aproximadamente 5230 panales de radiador al año, según los últimos reportes desde el 2016.



FIGURA 9: PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE CLIENTES

Fuente: Farainpersac

2.4. Descripción del proceso productivo

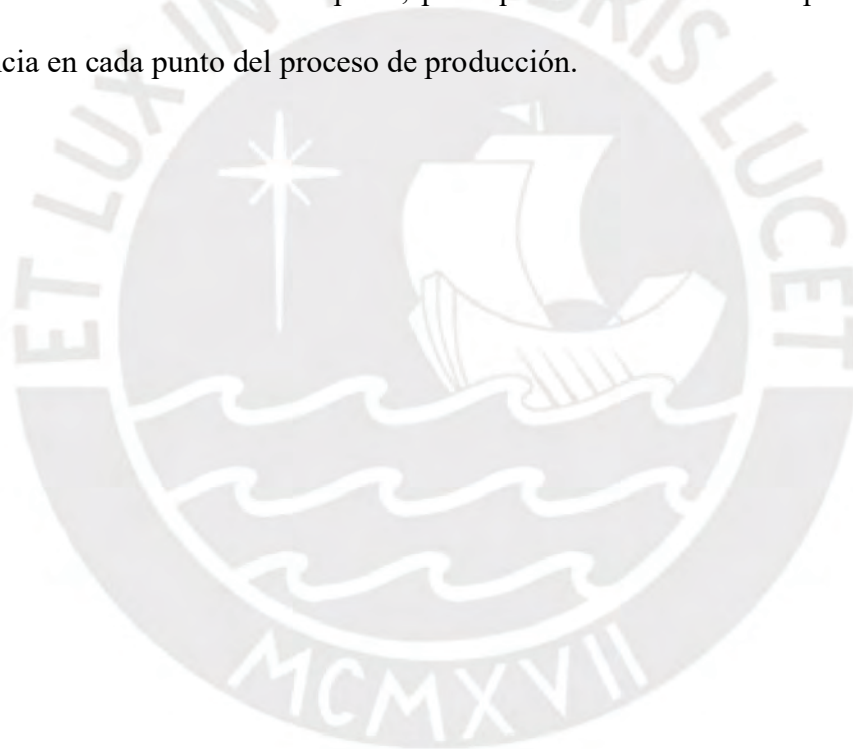
Para el proceso de fabricación de los panales de radiador se inicia con la recepción y almacenamiento de la materia prima que proviene de distintas maneras, luego de ello se debe hacer tres procesos diferentes para poder obtener las partes a ensamblar los cuales

son mencionadas por la Empresa como las láminas con piquetes, los tubos planos y las parrillas.

Las cantidades para producir dependerá de las ordenes de producción emitidas por el área correspondiente.

En la Figura 10, se presenta el diagrama de operaciones (DOP) de la empresa la cual muestra las operaciones que se realiza en la planta, cabe mencionar que el proceso de fabricación sigue la misma secuencia y solo varia el tamaño de este.

Luego de ello, se detallará cada operación mostrada en el DOP para entender que es lo que se elabora en cada área de la empresa, para que de esta manera se pueda apreciar la importancia en cada punto del proceso de producción.



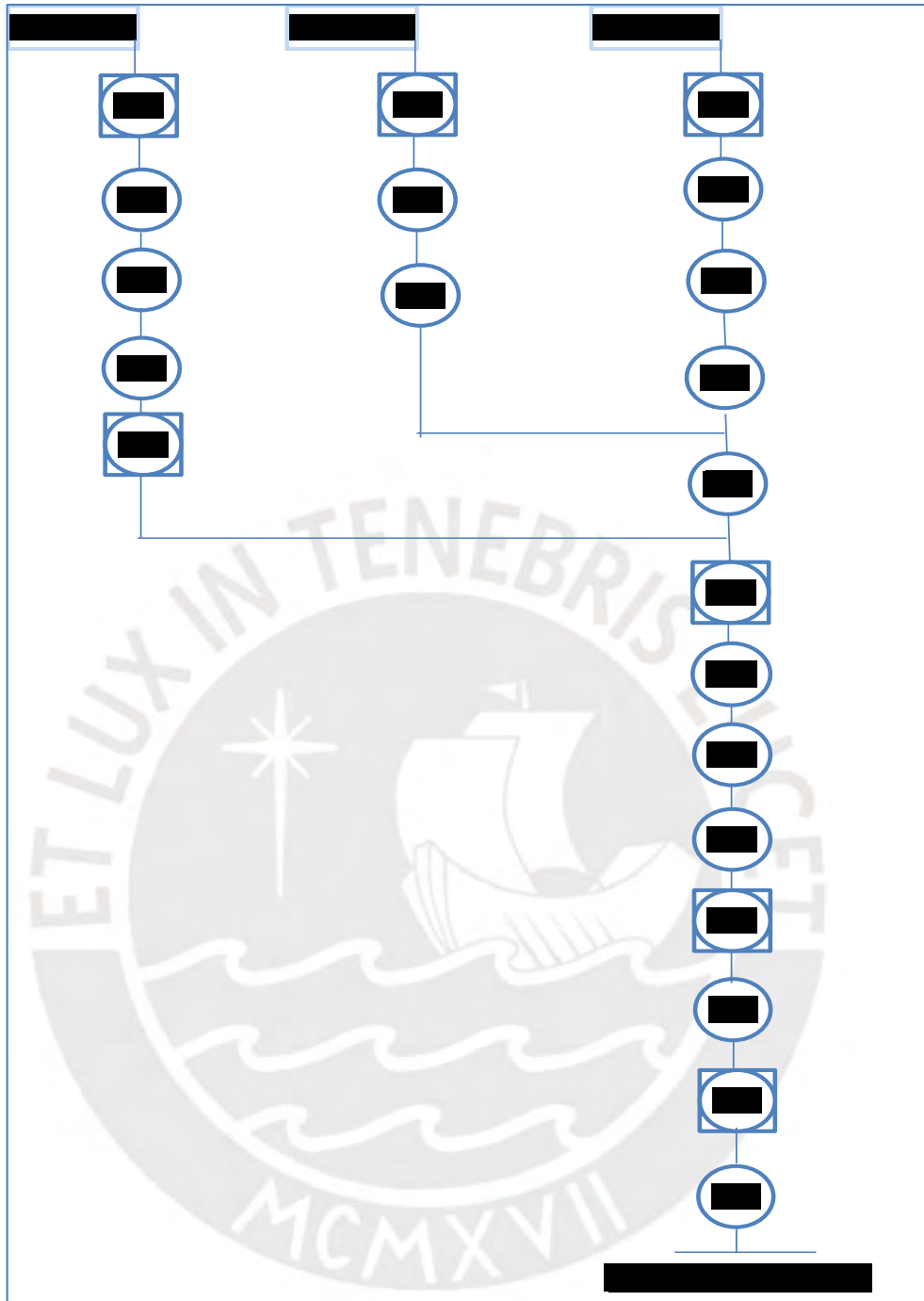


FIGURA 10: DOP DEL PROCESO DE FABRICACION

Fuente: Farainpersac

LÁMINAS CON PIQUETES

OPERACIÓN COMBINADA 1: ALMACENADO Y PESADO

En esta operación, el operario deberá retirar el material (cobre o latón), estos vienen en rollos, para pesarlos en una balanza digital, la cual se encuentra dentro del almacén. Luego,

de ello deberá anotar el peso y las características del rollo. Finalmente, llevara el rollo a la máquina aleteadora para colocarlo en un rodillo. A continuación, se muestra la Figura 11, el cual nos muestra la presentación de los rollos y como se almacena en los pallets, cabe resaltar que cada rollo pesa aproximadamente 30 kilos.



FIGURA 11: ROLLOS DE MATERIA PRIMA PARA LAS LAMINAS

Fuente: Farainpersac

OPERACIÓN 1: ALETEADORA

El operario encargado deberá ir introduciendo el rollo de cobre o latón de forma manual observando que no se dañe. Luego los hará girar con una llave de boca hasta que el material traspase totalmente los rodillos especiales. Estos realizan los piquetes y agujeros de las láminas. Después de ello, se enciende la máquina y se procede colocar las medidas necesarias para el corte automático. En la Figura 12 se puede apreciar el rollo una vez montado en la máquina, en donde se aprecia el sistema y el rodaje en la parte superior que será la encargada de realizar los piquetes.



FIGURA 12: ALETEADORA

Fuente: Farainpersac

OPERACIÓN 2: CORTADORA

Para darle un mejor acabado a los extremos de las láminas, se cortan de forma uniforme con una guillotina de banco. Luego de ello, el operario deberá colocarlas en unos andamios con sus respectivas tarjetas de producción para que el otro operario, en caso las necesite, deberá cogerlas y llevarlas a su zona de trabajo.

En la Figura 13 se puede apreciar cómo como el operario debe cortar las láminas, usando la guillotina de banco. Se aprecia en esta imagen que el operario está recuperando laminas que se produjeron en exceso de un pedido.



FIGURA 13: CORTADO DE LAMINA

Fuente: Farainpersac

OPERACIÓN 3: COLOCAR LAMINAS EN MESA DE TRABAJO

Luego de obtener las láminas, el operario deberá colocarlas en forma vertical para introducirlas en unas mesas especiales que tienen unas pequeñas ranuras. Luego de este proceso, las láminas ya estarán listas para su siguiente operación, el cual es el de llenado de tubos. La cantidad de láminas que entrarán en esta operación se obtiene mediante la medida del panel. Estas medidas se encuentran en unas tarjetas de producción, las cuales las tiene cada operario para poder realizar su trabajo.

La Figura 14 nos muestra la mesa de llenado y como el operario debe introducir las láminas en esta para seguir con el proceso de armado.



FIGURA 14: LLENADO DE MESA

Fuente: Farainpersac

TUBOS

OPERACIÓN COMBINADA 2: PESADO

En esta operación el operario deberá retirar el material (bronce), el cual viene en rollos, para pesarlos en una balanza digital la cual se encuentra dentro del almacén. Luego, de ello deberá anotar el peso y las características del rollo. Finalmente, llevara el rollo a la máquina tubera para colocarlo en un rodillo.

OPERACIÓN 4: DOBLADO DE LAMINAS EN TUBERA

El operario encargado de la maquina tubera, el cual es un especialista, deberá introducir manualmente y poco a poco el rollo de las láminas de bronce. Luego, estas deben pasar por los rodajes de formación. Durante este proceso se pasa por un líquido (flux), el cual sirve para la limpieza de impurezas, para que luego pueda pasar por la zona de estañado. Después de ello se procede al enfriamiento de los tubos mediante un circuito de agua. Finalmente, para terminar con el proceso, se realiza el secado con aire comprimido y al finalizar se sella totalmente con los últimos rodajes que se encargan de terminar de ajustarlas a las medidas requeridas. En la tubera también hay un corte automático de acuerdo con la medida que introduce el operario en un tablero de control. Cabe recalcar, que la empresa cuenta con 3 tipos de tuberías para tubos de $\frac{1}{2}$ " , tubo de $\frac{3}{4}$ " y tubo de $\frac{3}{4}$ " pero de material especial.

En la Figura 15 se logra apreciar la maquina tubera, la cual es la encargada de la formación de los tubos para los panales de radiador. Este consta de varios rodajes para ir moldeando el tubo y brindarle seguridad a la costura de este.



FIGURA 15: SISTEMA DE DOBLADO DEL TUBO (TUBERA)

Fuente: Farainpersac

OPERACIÓN 5: CORTADORA DE NIVEL DE TUBO

Luego de obtener los tubos se lleva a una máquina de corte para nivelarlos a una medida estándar de acuerdo con la tarjeta de producción. Esto se debe a que en la tubera no los cortan de forma precisa. Luego de ello, los tubos son llevados a la zona de esmerilado para evitar que los operarios se corten; asimismo, para que cuando se llenen los tubos en las mesas, estos no rompan las láminas cuando ingresen. Al finalizar se deberá colocar los tubos en unos andamios hasta que el personal los necesite para el armado del panel.

En la Figura 16 se muestra los estantes en donde se colocarán los tubos ya listos para ir a las mesas de armado. Se logra apreciar que estos están separados por medio de unos ángulos para poder distinguir el tamaño de estos.



FIGURA 16: ALMACEN DE INSUMOS TERMINADOS

Fuente: Farainpersac

OPERACIÓN 6: LLENADO DE TUBOS EN LAS MESAS

En esta operación el operario introduce los tubos, entre las láminas ya colocadas en las mesas de llenado, con una herramienta llamada bayoneta, lo cual sirve como guía para que el tubo ingrese de forma recta y no sufra algún doblez. Si el tubo sufre algún doblez, el

operario deberá retirarlo y desecharlo debido a que es muy probable que tenga problemas de calidad más adelante. Al finalizar el llenado de los tubos, se deberá retirar el producto de la mesa para enderezar las láminas que hayan sufrido algún dobles y finalmente colocarlos en unos pallets para que el montacarga los baje a la siguiente zona del proceso. En la Figura 17 se aprecia la forma de llenado que debe seguir el operario y como estos se introducen entre las láminas para evitar que sufran algún daño.



FIGURA 17: LLENADO DE TUBOS EN MESAS

Fuente: Farainpersac

PARRILLAS

OPERACIÓN COMBINADA 3: PESADO

En esta operación el operario deberá retirar el material (bronce), el cual viene en rollos, para pesarlos en una balanza digital la cual se encuentra dentro del almacén. Luego, de ello deberá anotar el peso y las características del rollo. Finalmente, se llevará el rollo al área de corte.

OPERACIÓN 7: CORTADO

El operario deberá cortar la medida que requiere las parrillas. Estas deben ser dos planchas por panel para cada radiador, debido a que las parrillas se colocan en ambos lados.

OPERACIÓN 8: ESTAÑADO

Luego de obtener las planchas cortadas a la medida requerida por el operario, se procede a realizarle un piquete en las esquinas, como también, el sello de la marca. Después se deberá estañar dichas planchas y se deberán dejar enfriar en el piso para que no se doblen por la temperatura a la que salen.

OPERACIÓN 9: PRENSADO

En esta operación, se deberá llevar las planchas, ya frías, a la zona de prensado donde el operario deberá colocarlas y presionar con el pie para que accione la máquina y así se pueda perforar la plancha. En esta zona el operario deberá estar concentrado, ya que puede ocurrir accidentes.

OPERACIÓN COMBINADA 4: DOBLADO Y ENDEREZADO

Una vez que las planchas se encuentren perforadas, se pasara a doblar las pestañas con $\frac{1}{4}$ " de altura en los 4 lados, para luego enderezar la parrilla y así esta pueda ser usada en el siguiente proceso de producción.

EMSAMBLE

OPERACIÓN COMBINADA 5: EMPARRILLADO

En esta operación, el operario deberá colocar las parrillas ya prensadas. Ellos se guían mediante las tarjetas en las cuales les marca la cantidad a emparrillar.

OPERACIÓN 10: ENDERAZADO Y ABERTURA DE TUBOS

En esta operación, el operario deberá abrir las entradas de los tubos que quedaron en la superficie de las parrillas ya colocadas, para que estas no se desprendan. Así mismo, deberán pasar un “carrito” por las láminas que simula las ranuras de las mesas de llenado, para así poder darle los últimos retoques pues suelen sufrir algún tipo de golpe. Para finalizar el operario deberá colocar una escuadra y verificar que el panel se encuentre recto. En caso se encuentre desviado, este pasará a enderezarlo utilizando unos tubos rectangulares de aluminio hacia alguno de los lados según sea necesario.

OPERACIÓN 11: HORNEADO

Luego de obtener el panel, ya emparrillado y enderezado, se deberá sumergir en una mezcla líquida, flux y agua, donde ambos se vierten en un recipiente en proporción de 1 a 6 respectivamente, para limpiarlas de las impurezas que pueden haber obtenido en los procesos anteriores. Finalmente, se procederá a retirar el exceso de líquido sacudiéndolo. Luego de esto se pasará a introducir los panales en un horno industrial que estará a una temperatura entre 250 y 280 grados centígrados. Esto ocurrirá durante un lapso de 6 minutos o según sea necesario debido al espesor de panel a hornear. Este horno cuenta con dos entradas donde el operario va colocando los panales por un lado mientras que por el otro lado se está horneando, una vez llegado al tiempo requerido, se pasa a hornear la otra parte. En ese momento, los panales se dejarán enfriar durante un lapso de 3 minutos para que, al momento de bajarlos, no sufran daños debido a la temperatura con la que salieron. Para poder repetir esta operación, se vuelve a colocar otra cantidad de panales.

OPERACIÓN 12: ESTAÑADO DE REFUERZO

En esta operación, el operario luego de recibir los panales del horno colocará estos en unos ganchos. Luego de ello pasará a estañar las dos parrillas, para que pueda cubrir algún orificio que haya quedado y así poder evitar la fuga en las bases de los panales.

OPERACIÓN COMBINADA 6: PROBADO

Luego de reforzar los panales, se pasará a la zona de probado en donde se usa una máquina que prueba con aire. Estos se sumergen en agua, para observar alguna fuga que pueda presentar. En caso de presentar fuga, el operario deberá marcarlo y enviarlo a la zona de estañado de refuerzo para que puedan soldar las fugas que presenta.

OPERACIÓN 13: LAVADO

Luego de probarlos, el primer control de calidad se pasará a lavarlos con agua caliente a presión para poder retirar cualquier insumo que haya quedado entre las láminas. Para finalizar, se deberán dejarlos secar y colocarles petróleo a las láminas para que se preserve el color y así no se vuelva de color verdoso.

OPERACIÓN COMBINADA 7: ACABADO

En esta zona, el operario deberá arreglar con una pinza los daños que pudo ocasionar al momento de lavarlo a presión; asimismo, deberá limpiar las parrillas de cualquier acumulación de estaño que pueda presentar.

OPERACIÓN 14: ENCAJONADO

Para finalizar el proceso, se deberá encajonar los panales de radiador con sus respectivas medidas y modelos detallándolos en las cajas de cartón.

ALMACENADO DE PRODUCTOS TERMINADOS

Luego de colocar las medidas correctas en las cajas con los paneles de radiador, se procederá a colocarlos en el almacén de productos terminados para luego ser llevados a la tienda de ventas en San Luis. En la Figura 18 se muestra el almacén de la empresa y como se colocan los productos antes de ser vendidos.



FIGURA 18: ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS

Fuente: Farainpersac

2.5. Cadena de suministro

En el siguiente punto se presenta las cadenas de suministro de la empresa la cual presenta 2 tipos de material, lo cual viene a ser el importado y el nacional.

2.5.1. CADENA DE SUMINISTRO DE MATERIAL IMPORTADO

Para la materia prima los cuales son los rollos de cobre, bronce y latón, cuya funcionalidad son para las láminas y tubos, estos son los que se importan desde Holanda, se tiene la siguiente cadena de suministro. Para ello se muestra la Figura 19 la cual representa el transcurso por el cual pasa cada materia prima.

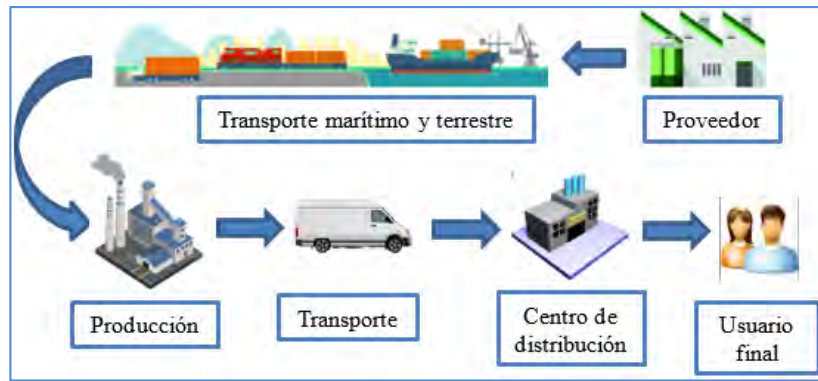


FIGURA 19: CADENA DE SUMINISTRO DE MATERIAL IMPORTADO

Fuente: Farainpersac

2.5.2. CADENA DE SUMINISTRO DE MATERIAL NACIONAL

Para la materia prima dentro de los cuales se encuentran el estaño, flux, planchas de bronce para parrilla, entre otros, las cuales son comprados en lima, se mantiene la siguiente cadena de suministro. Para ello se muestra la Figura 20 la cual representa el transcurso por el cual pasa cada materia prima.

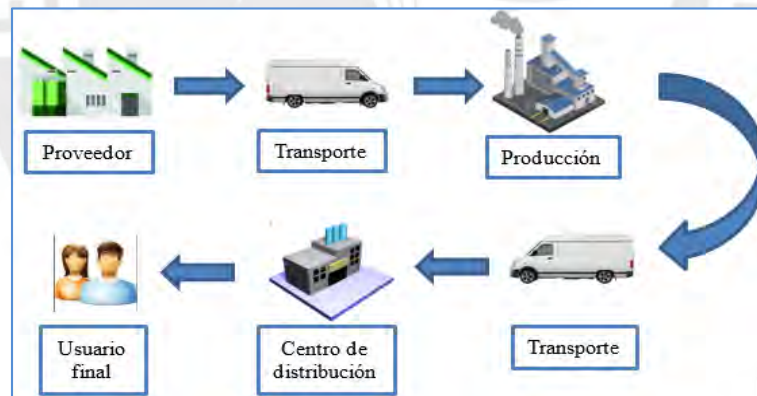


FIGURA 20: CADENA DE SUMINISTRO DE MATERIAL NACIONAL

Fuente: Farainpersac

CAPITULO 3: DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

Luego de señalar la secuencia de fabricación de los radiadores industriales, se puede observar que el proceso es similar para todos estos. Señalar algún modelo de panel de radiador en específico no nos brindara un mayor alcance de los defectos que posee la planta de producción. Para el presente capítulo se desarrollará los procesos críticos a diagnosticar, analizar y mejorar.

3.1. Consideraciones generales

Inicialmente se debe diagnosticar los procesos críticos, y se mostrará el nivel de producción y demanda de los últimos años.

En la Tabla 2 podemos observar la producción de los últimos 6 años, siendo estos 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022.

TABLA 2: PRODUCCION DE LA EMPRESA

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Producción de la empresa	4,998	5,563	6,196	2,881	3,240	3,583

Elaboración propia

Asimismo, se muestra en la Figura 21, la producción de la empresa para observar cómo fue la tendencia año tras año antes y después de la pandemia que azotó el mundo y como este influyó en la empresa.

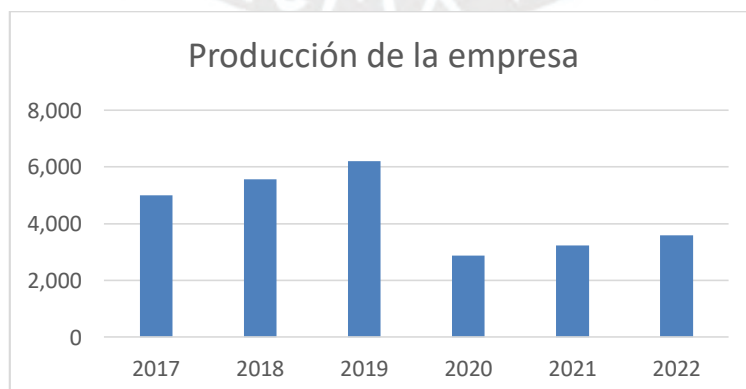


FIGURA 21: PRODUCCIÓN ANUAL DE LA EMPRESA

Elaboración propia

Como se puede apreciar, la producción de los paneles de radiador fue incrementándose hasta el 2019, antes de la pandemia; sin embargo, luego hubo una caída en las ventas notablemente del producto la cual se ha ido recuperando poco a poco. Debido al crecimiento observado, se puede deducir que estos están volviendo a ser de mayor preferencia por los clientes finales frente a otras marcas nacionales o extranjeras que operan en el Perú. Se debe recalcar, que esta baja se debió a la pandemia que azotaba el país; sin embargo, a pesar de esta y del tiempo en el que la planta estuvo sin poder operar, la caída no fue tan pronunciada a la que se esperaba. Con lo antes mencionado, se puede observar que la baja fue de 3,315 paneles, con respecto al año anterior y con el pasar de estos, se ha ido mejorando las ventas.

Para el presente año 2023 se estima que la tendencia vuelva a subir como en años anteriores.

3.2. Análisis y selección de la línea de producción a estudiar

Después de observar el proceso de fabricación de los radiadores, se determinará la familia de producción, lo cual nos brindará el caso de estudio para, posteriormente, aplicar las herramientas de Lean Manufacturing. Para ello, en la Tabla 3 se mostrarán las cantidades de cada familia de producción correspondientes al año 2022. Luego de ello, con los datos recolectados y con un análisis de Pareto presentado en la Figura 22 se puede llegar a la conclusión de que la familia de radiadores para vehículos de carga ligera es la más representativa entre todas, ya que, esta abarca el 80.63% del volumen total de producción de la Empresa.

TABLA 3: DEMANDA ANUAL DE LA EMPRESA

Nombre de los productos	DEMANDA ANUAL DE RADIADORES			ABC
	2022	% Frecuencia	% Acumulativa	
Radiadores para vehículos livianos	2889	80.63%	80.63%	A
Radiadores para vehículos de carga pesada	652	18.20%	98.83%	B
Radiadores para maquinaria pesada	40	1.12%	99.94%	C
Radiadores para grupos electrógenos	2	0.06%	100.00%	C
total	3583			

Fuente: Elaboración propia

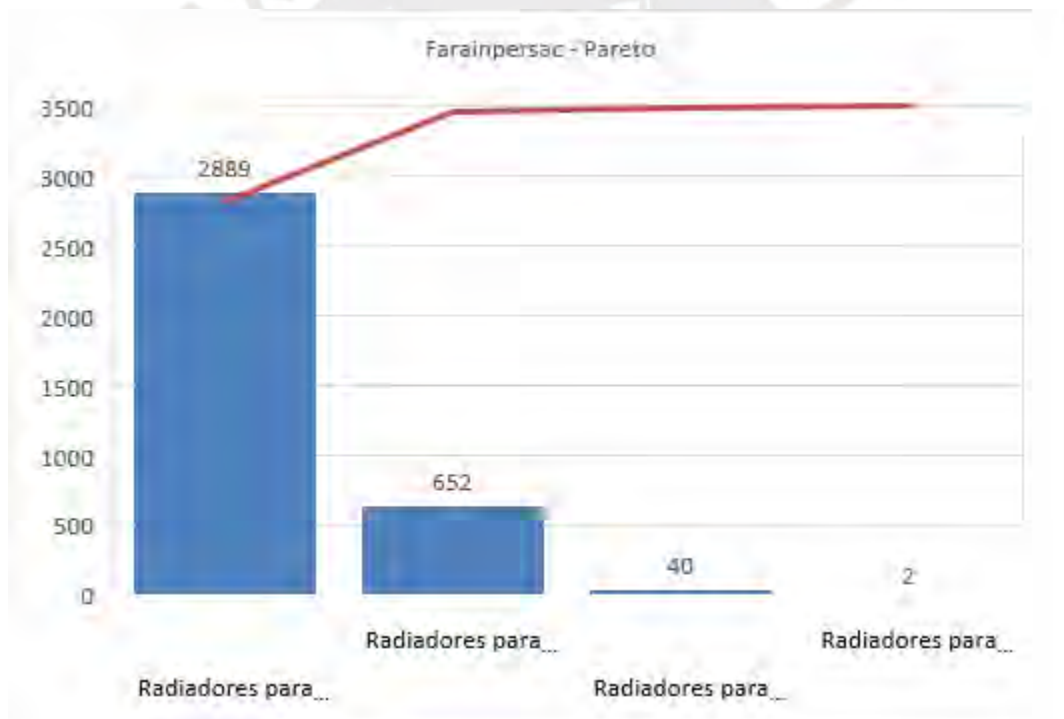


FIGURA 22: DIAGRAMA DE PARETO DE PRODUCCIÓN

Fuente: Elaboración propia

Los precios de los paneles de radiador varían de acuerdo con el tamaño, espesor, modelo y material que se requiere. Estos se agruparán según las familias ya antes mencionadas. Como se puede observar, la familia que se eligió como la más determinante fue la de radiadores para

vehículos livianos. Esta sigue la misma secuencia de producción dentro de la Empresa. Luego, se desarrollará otra metodología para entender como es el flujo de los materiales.

3.3. Descripción e identificación del problema

Dentro de lo mencionado por el personal de ventas, se logró levantar información de los problemas que tiene la empresa con el despacho a tiempo de los radiadores. Para ello, se revisará cada punto del proceso para verificar cuales pueden ser las causas de este y luego brindar posibles soluciones.

Una vez conocido que la secuencia de producción de los radiadores para vehículos livianos es el mismo que las demás familias de productos. En la Tabla 4, se mostrará la demanda de los clientes en los últimos 6 meses.

TABLA 4: DEMANDA DE LOS CLIENTES

Producto	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	total
Radiadores para vehículos livianos	270	280	285	303	282	262	1682

Fuente: Elaboración propia

A sí mismo, será necesario conocer si se cumplió con la entrega de los radiadores a los clientes en el tiempo establecido. La Tabla 5, nos muestra que no se cumplió con la programación.

TABLA 5: DEMANDA ATENDIDA A LOS CLIENTES

Producto	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	total
Radiadores para vehículos livianos	258	262	278	292	271	254	1615

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo la secuencia, en la Tabla 6 se muestra el porcentaje de pedidos atendidos durante los meses observados.

TABLA 6: DEMANDA ATENDIDA (PORCENTAJES)

Producto	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	total
Radiadores para vehículos livianos	95.56%	93.57%	97.54%	96.37%	96.10%	96.95%	96.02%

Fuente: Elaboración propia

Al momento de recoger la información se pudo observar los detalles, identificar los puntos críticos del proceso de producción y de esta manera observar a que se puede deber las demoras. Se determinó que existen muchas falencias en los procesos de producción, con lo cual se genera demoras para atender la demanda solicitada, por lo que se debe señalar las causas de esos problemas. Para ello se mostrará los puntos críticos encontrados dentro de la producción.

En la Tabla 7 se grafica los puntos críticos observados dentro del proceso de producción.

TABLA 7: FALENCIAS IDENTIFICADAS EN EL PROCESO

Fases	Operaciones	Punto crítico
Aleteadora	Piquetes de las láminas de cobre o latón	Gran cantidad de material que se desecha debido al cambio de rollo cuando este se acaba. Así mismo, implica tiempo de preparación de la máquina para que este quede dentro de los rangos permitidos.
Cortadora Tubera	Se corta los imperfectos de las láminas Formación de los tubos de bronce	No existe punto crítico en esta operación. El tiempo de preparación de la maquina una vez se instala un nuevo rollo cuando este se acaba. El nivel de estaño debe ser correcto sino generara deficiencias en los tubos.
Cortadora de nivel	Se corta los imperfectos de los tubos al salir de la tubera	No existe punto crítico en esta operación.
Ensamblado	Se ensambla los tubos en las láminas una vez puestas en la mesa de llenado	Se requiere colocar las láminas entre las ranuras de la mesa de llenado; asimismo, se debe introducir los tubos con cuidado debido a que este puede dañar las láminas en caso no sea colocado de manera correcta.
Cortado de parrilla	Se corta a la media solicitada en la tarjeta de producción.	No existe punto crítico en esta operación.
Estañado	Se estaña las parrillas antes de ser prensadas.	No existe punto crítico en esta operación.
Prensado	Prensado de parrillas	En este punto se necesita de personal calificado debido a que la parrilla debe estar correctamente centrada y perforada, de no estar bien, este se desechara lo cual genera retraso en la producción.
Emparrillado	Se coloca las parrillas en el panal	No existe punto crítico en esta operación.
Enderezado	Se abre los tubos y se endereza las láminas que pudieron sufrir algún golpe entre los traslados	No existe punto crítico en esta operación.
Horneado	Se hornea el radiador para que se cocinen los radiadores y los materiales se puedan pegar entre si	No existe punto crítico en esta operación.
Estañado de parrilla	Estañado de panal	Se observa que hay una demora debido a que el estañado del panal toma su tiempo y se genera aglomeración de panales a la salida del horneado.
Probado	Se prueba el radiador para verificar que no exista fugas de este	En este punto se observa si los panales tienen algún defecto del proceso anterior. En caso tener alguna fuga, este será enviado hacia la zona de estañado nuevamente para reparar el defecto lo cual genera retraso.
Lavado	Se lava el producto para que no quede residuos de flux.	No existe punto crítico en esta operación.
Acabado	Se endereza las láminas que sufren algún golpe durante el probado y lavado	No existe punto crítico en esta operación.
Encajonado	Se encajona los panales ya vez sido inspeccionados	No existe punto crítico en esta operación.

Elaboración propia

Como se observa, existen varios puntos críticos durante el proceso de fabricación de los paneles de radiador. Dentro de los antes mencionados, se encuentran algunos que se deben tener mayor consideración debido al grado de sensibilidad que estos tienen.

3.4. Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor (VSM)

Luego de elegir a la familia de radiadores que se utilizará como caso de estudio, y tener un registro de los puntos críticos, se desarrollará el VSM para brindar la información sobre el flujo de los materiales dentro de la producción con el fin de establecer cuáles serán los procesos por tratar a través de las herramientas de Lean Manufacturing.

Problema

Retraso y fallas en los pedidos por parte del área de producción

Objetivo

Analizar y determinar el tiempo que debe tomar la producción para atender los pedidos de los clientes. Asimismo, se deberá reconocer cuales son los desperdicios en la planta.

Herramienta

Para poder realizar el VSM, se tomaron los datos proporcionados por la empresa con lo que se procedió a efectuar el VSM actual de la familia con mayor demanda. Para este caso se realizó la familia de radiadores para vehículos livianos.

Luego de analizar la data, se pudo apreciar que el VSM que la empresa analizada cuenta con 3 subprocesos antes de ensamblar todas las partes, ya que el material llega en rollos y se procesan hasta darle la forma requerida ya sean las láminas, tubos o parrillas. Después de ello, pasan por los otros procesos desde el horneado, así como también del probado, hasta el despacho final.

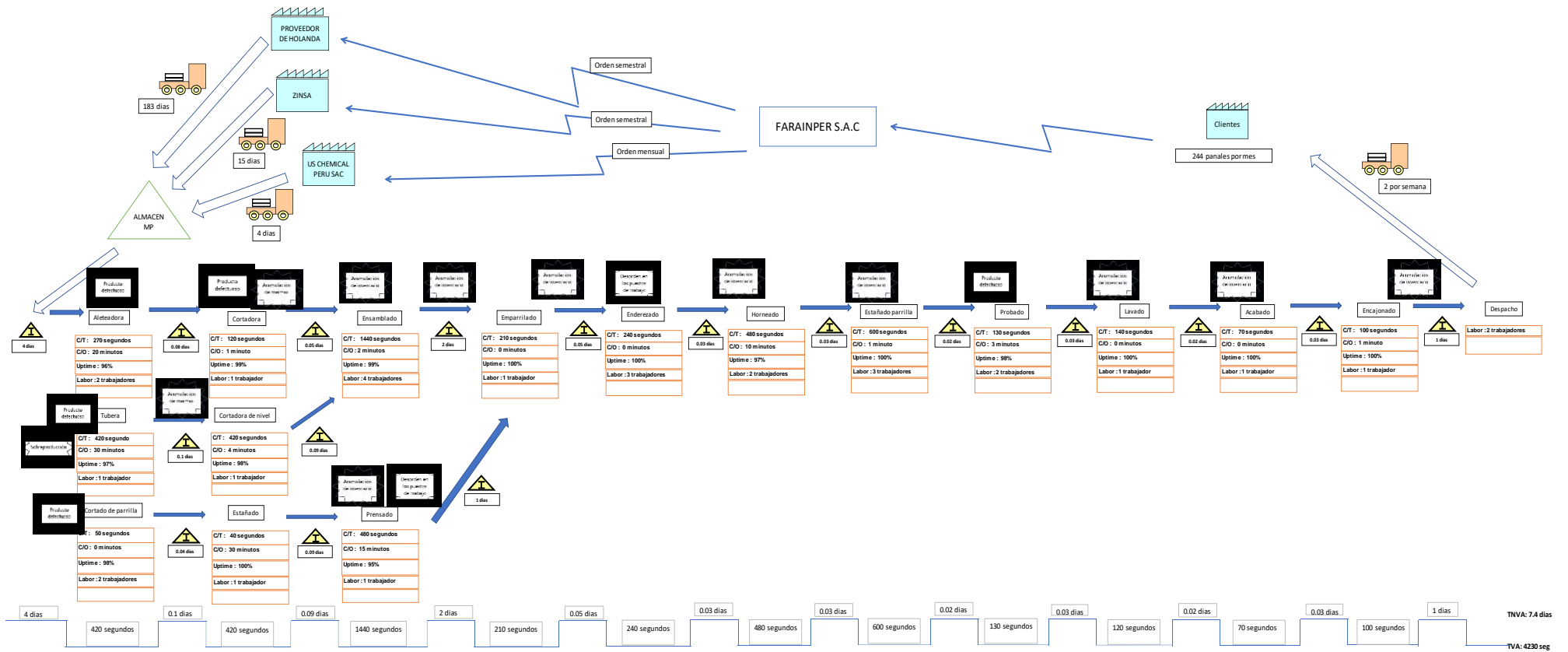


FIGURA N°23 MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL

Elaboración propia

Analizando la gráfica del VSM actual, se observa que el tiempo de no valor agregado (TNVA) es de 7.4 días; así mismo, que el valor agregado es de 4230 segundos. Con ello, se puede concluir que hay poco tiempo que no agrega valor lo cual es bueno dentro del proceso.

Resultado

Luego de haber realizado el VSM actual, se puede realizar el cálculo del talk time. Esta muestra el ritmo con la que se efectúa la producción que marca la familia, el cual será calculado en segundos por radiador. Según los datos proporcionados, la planta labora un turno de 9.5 horas de L-V con un descanso de 1.0 hora repartidas entre desayuno y almuerzo, mientras que los sábados son de 6.0 horas, con un descanso de 0.5 horas destinadas al desayuno brindado por la empresa. Para dicho efecto, no se tomará en cuenta el tiempo brindado del desayuno al operario pues la empresa lo brinda en los horarios laborables. Multiplicando los datos anteriormente mencionados y convirtiéndolo a segundos, da como resultado un tiempo disponible de 172,800 segundos por semana.

Asimismo, como se busca calcular el talk time de la familia de radiadores para vehículos livianos, se tomará el tiempo empleado para la muestra a analizar brindado por la empresa, siendo este el 60% del tiempo disponible en la semana. Luego este se multiplica por volumen de producción promedio que representa siendo de 244 radiadores por mes. Asumiendo que en el mes hay 4 semanas, se puede obtener en promedio una demanda semanal de 61 radiadores. Con los datos anteriores se puede determinar que el talk time de esta familia es de 1699,67 segundos por radiador. En la Tabla 8 se muestra el cálculo del talk time de la familia analizada.

TABLA 8: CALCULO DEL TALK TIME DE LA FAMILIA SELECCIONADA

Familia de producto	Radiadores para vehículos livianos
Tiempo de producción por semana	6 días
Tiempo disponible por turno de L-V	9.5 horas
Tiempo disponible por turno del sábado	6.0 horas
Tiempo de descanso por turno de L-V	1.0 horas
Tiempo de descanso por turno de sábado	0.5 horas
Tiempo disponible por semana	172,800 segundos
Tiempo empleado para los radiadores analizados (60%)	103,680 segundos
Demanda mensual	244 radiadores
Semanas por mes	4 semanas
Demanda semanal	61 radiadores
Talk time	1,699.67 segundos por radiador

Fuente: Elaboración propia

Luego de hallar los datos, el objetivo principal de esta herramienta será mejorar el talk time.

Tipos de desperdicios

En el VSM actual, se logró identificar cuáles son los tipos de desperdicios que se observaron en la planta de fabricación.

Sobreproducción

Con los datos obtenido del talk time, se aprecia que la operación de ensamblado produce a un ritmo mayor que los demás lo cual se genera un cuello de botella. Si bien es cierto que este no llega a ser mayor al talk time, puede considerarse como una operación que merece atención.

En la tabla 9 se muestra los tiempos de ciclo y el talk time antes hallado para poder observar de manera más notoria cual de estos se aproximan.

TABLA 9: COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE CICLO Y TALK TIME

Proceso	Tiempo de ciclo (seg.)	Talk time
Aleteadora	270	1699.67
Cortadora	120	1699.67
Tubera	420	1699.67
Cortadora de nivel	420	1699.67
Ensamblado	1440	1699.67
Cortado de parrilla	50	1699.67
Estañado	40	1699.67
Prensado	480	1699.67
Emparrillado	210	1699.67
Enderezado	240	1699.67
Horneado	480	1699.67
Estañado de parrilla	600	1699.67
Probado	130	1699.67
Lavado	140	1699.67
Acabado	70	1699.67
Encajonado	100	1699.67

Elaboración propia

De la misma manera, en la Figura 24 se muestra la gráfica del tiempo de ciclo y el talk time. De esta manera, se puede observar que el proceso de ensamblado produce a un ritmo muy cercano al talk time.

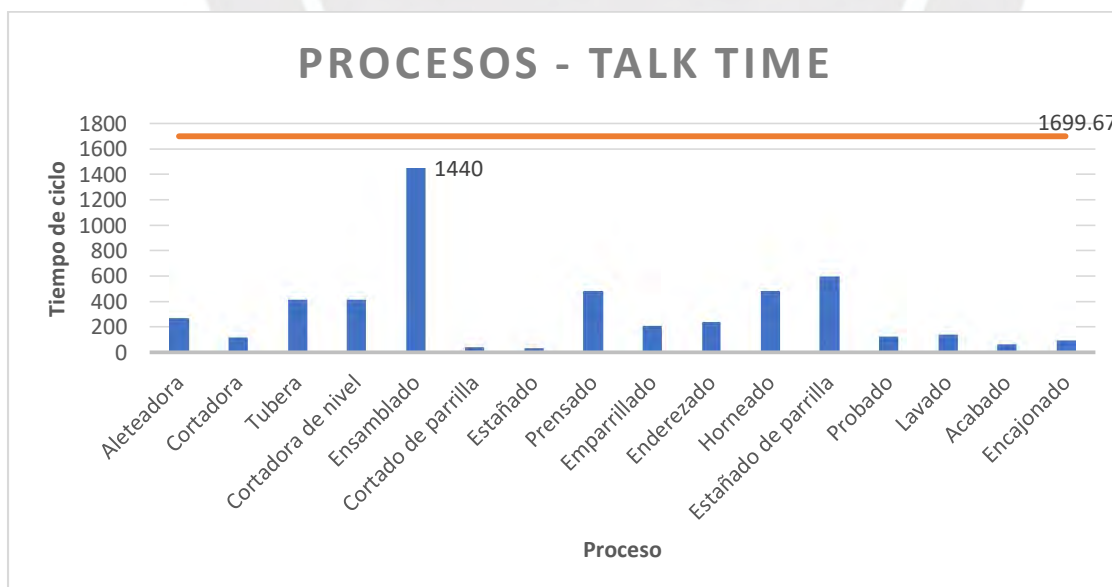


FIGURA 24: COMPARACION ENTRE LOS TIEMPOS DE CICLO Y TALK TIME

Elaboración propia

Exceso de inventario

Según lo observado en el VSM actual, se puede apreciar que hay mucho inventario entre áreas. Según lo comentado por el supervisor, la razón fundamental de este almacenamiento es por la gran variedad de pedidos que se recibe, y de esta manera se pueda reducir los tiempos de producción. Por ejemplo, cuando se solicita un pedido de panales de radiador, se observa que este sea una medida comercial. Se le denomina así a un tamaño de radiador que se puede adaptar a varios modelos de autos o también a los modelos de vehículos que son más comunes en el mercado. Luego de observar si es una medida comercial, se emite una orden por mayor cantidad de la necesitada para tener un stock y aprovechar que las maquinas ya están adaptadas para poder fabricar los insumos de dicha medida y de esta manera se ahorre tiempo más adelante. De esta manera se almacena más laminas, tubos y parrillas en unos estantes los cuales se encuentran al lado de cada área de trabajo.

Por otro lado, se puede apreciar que los productos terminados pueden esperar hasta 1 día en el almacenamiento interno de la fábrica, la cual se encuentra ubicada en Huachipa-Lurigancho. La movilidad hace repartos 2 días a la semana y en caso tengan radiadores que fueron fabricados para stock, estos son llevados a su local de San Luis. En dicho lugar se encuentra su almacén principal en donde se genera la mayor cantidad de ventas, ya que es un lugar más céntrico para los compradores. Como se mencionó antes, en el local de San Luis, se realiza las ventas y se envía una orden de producción a la planta.

Movimientos innecesarios

Se puede observar, en el VSM, que en el proceso de ensamblaje y emparrillado hay muchos de este desperdicio. En el área de ensamblado, se observa al momento que el trabajador recibe la tarjeta, este primero debe verificar que las láminas y los tubos ya estén listos para que de esta

manera no pueda demorarse en el armado, esto se debe a que existen medidas muy similares y deben guiarse de las tarjetas de producción.

Por otro lado, en la aleteadora, también se observó que en muchas ocasiones no tienen todo el material disponible a la mano debido a que suelen reducir la cantidad de láminas procesadas, ya que se tiene un grupo de láminas que se pueden recuperar puesto que salieron con fallas en procesos anteriores.

Por otro lado, durante el probado de los radiadores, se observa que si estos tienen fugas son devueltos al área de estañado de parrillas para que reparen el daño y luego de ello se debe volver a probar para observar que se haya subsanado la fuga que pudo presentar el producto. Esto genera demora en el área, que si bien es cierto no es constante, suele retrasar el abastecimiento del siguiente proceso.

Al finalizar el lavado de los radiadores, se encuentra el proceso de acabado en donde el operario hace una inspección de todo el radiador para encontrar algún imperfecto que haya pasado desapercibido. Si este es encontrado ya sea el caso de exceso de soldadura o manchas por exceso de flux, este retorna al área necesaria para que sea subsanado y pueda pasar la inspección del área en mención. Luego de ello, se debe encajonar el producto.

Procesos innecesarios

A la salida de la tubera y de la aleteadora, se realizan procesos de corte de nivel mediante una máquina de corte y una cizalla de mesa respectivamente. Esto significa que los procesos realizados antes de los cortes no están cumpliendo correctamente su función, y esto conlleva que la empresa implemente más procesos para reducir esas fallas que podrían salir de manera correcta al momento de fabricar las láminas y los tubos.

Estos errores se presentan debido a que las maquinas no cuentan con procesos de automatización que corten de manera precisa; es por ello, que el operario al colocar la medida requerida; es decir, codifica unos milímetros más para que el corte no afecte a la medida final.

Defectos

Debido a la exigencia que el producto amerita, se observa que a la salida de la aleteadora existen láminas que tienen defectos que deben ser reparados. En ese momento el operario deberá detener la maquina y verificar a que se puede deber las fallas que se presentan. Se realizarán pruebas mediante accionamiento manual con una llave de boca y ajustando los rodajes o partes de la máquina que pudo sufrir algún desperfecto. Cabe recordar que, si las láminas presentan deformación o algún daño interno en los agujeros, por donde pasará el tubo, este tendrá problemas en la mesa de llenado al momento de armar el radiador.

Por otro lado, también se observa defectos a la salida de la tubera. Esto en gran parte se debe cuando se tiene que cambiar el rollo por uno nuevo y cuando el material debe pasar por los rodajes de formación. En caso no se pase correctamente, este sufrirá daños al momento de accionar la maquina y ocasionará que se quiebre el material de manera que quede inservible para la producción.

Ingenio no valorado por los empleadores

La empresa hasta el momento no aprovecha la creatividad que tienen los empleados para poder mejorar las áreas de trabajo. Los supervisores y cargos más altos no permiten que los trabajadores brinden su opinión o de brindarlos, estos no le hacen caso y la producción sigue de acuerdo con lo establecido anteriormente. Esto hace que el trabajador se sienta menospreciado y que solo se dedique a trabajar de manera rutinaria.

Por el momento la empresa realiza reuniones dos veces al mes y en su mayoría son para tratar temas de inversión o pláticas que no son relacionadas con las opiniones de los trabajadores. Por ello, pasa desapercibido entre los supervisores y jefes directos.

Falta de capacitación

Hasta el momento, no contiene programas o talleres de capacitación que busquen reforzar los métodos de trabajos por áreas de producción ni en otras áreas para su mejor eficiencia.

Según los encargados, ellos expresan que no hay un presupuesto destinado para dicha especialización, con lo que solo deben guiarse de las personas más experimentadas dentro de cada área.

3.5. Identificación de métricas de Lean

Una vez analizados los desperdicios encontrados, se prosigue a identificar las métricas de Lean que nos mostraran el VSM futuro.

Estas se ajustarán al estado actual de La Empresa y que nos servirán para determinar correctamente los datos.

Tiempo promedio entre fallas

Para obtener el MTBF (*Mean Time Between Failures*), como se muestra en la Tabla 10, se tomó en consideración las máquinas que forman parte de la producción de los paneles de radiador. Estas se manipulan de manera mensual; mientras que el número de fallas, se obtuvo la información en base a lo brindado directamente por los operarios de dichas máquinas, obteniéndose así un MTBF promedio mensual de 13.89 horas.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de fallas}}$$

TABLA 10: MTBF DE LA EMPRESA

Ítem	Máquinas	Tiempo de operación (horas/mes)	Número de fallas	MTBF (horas)
1	Aleteadora EG	108	8	13.50
2	Aleteadora EG	80	5	16.00
3	Aleteadora EK	72	6	12.00
4	Aleteadora SG	80	7	11.43
5	Tubera 1/2	120	8	15.00
6	Tubera 3/4	108	7	15.43
				13.89

Elaboración propia

Tiempo promedio para reparar

El MTTR (*Mean Time To Repair*), se muestra en la Tabla 11 y en esta se utiliza el tiempo en minutos que necesitan las máquinas para ser reparadas en el mes. Así mismo se usa el número de fallas, ya brindadas, por máquina. Toda la información que se necesita se obtuvo por los operarios que trabajan con las maquinas dentro de la línea de producción. En base a todos los datos se obtuvo un MTTR de 25.99 minutos

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Número de fallas}}$$

TABLA 11: MTTR DE LA EMPRESA

Ítem	Máquinas	Tiempo de reparación (min/mes)	Número de fallas	MTTR (min)
1	Aleteadora EG	240	8	30.00
2	Aleteadora EG	100	5	20.00
3	Aleteadora EK	135	6	22.50
4	Aleteadora SG	187	7	26.71
5	Tubera 1/2	208	8	26.00
6	Tubera 3/4	215	7	30.71
				25.99

Elaboración propia

Eficiencia global de la aleteadora

Para obtener el OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), el cual es un indicador que incluye tres ratios: disponibilidad, tasa de rendimiento y calidad. Luego de obtener toda la información brindada por el jefe de producción y los operarios que influyen directamente en las máquinas se pasa a analizar la data para poder determinar el OEE de la estación de trabajo.

Disponibilidad: Esta ratio determina el tiempo planificado de producción, al cual es la división entre el tiempo operativo y el tiempo disponible, de esta manera se obtiene el Tiempo Operativo producción.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Disponible}}$$

Tasa de rendimiento: Esta ratio determina en la división de la producción total entre el tiempo operativo; después de ello, se divide finalmente con la capacidad nominal de la producción.

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\frac{\text{Producción total}}{\text{Tiempo Operativo}}}{\text{Capacidad Nominal}}$$

Tasa de calidad: Esta ratio determina el tiempo de producción, al cual se le resta el tiempo de pérdidas de calidad, de esta manera se obtiene el tiempo de valor añadido.

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Producción Conforme}}{\text{Producción Total}}$$

A partir de los ratios mencionados, se puede calcular el OEE, para ello se muestra en la Tabla 12 toda la información necesaria para dicho calculo en un mes (horas al año):

Tiempo Calendario
248.00

Tiempo Disponible
216.00

Rendimiento
83.37%

Calidad
98.15%

TABLA 12: RESUMEN DE DATA PARA EL CALCULO DE LA OEE

Estación de Trabajo		
Análisis OEE	Tiempo (h)	% tiempo Disp.
Tiempo valido	155.88	72.2%
Perdidas por defecto	2.94	1.4%
Tiempo Operativo Neto	158.82	73.5%
Perdidas por rendimiento	31.68	14.7%
Tiempo Operativo	190.50	88.2%
Paradas Programadas	8.00	3.7%
Paradas Rutinarias	6.00	2.8%
Paradas Imprevistas	3.00	1.4%
Falla de equipo	8.50	3.9%
Tiempo Disponible	216.00	100%
Sin programa de producción	32.00	
Tiempo Calendario	248.00	

Elaboración propia

Luego de obtener la data de la tabla anterior, se muestran los resultados obtenidos para las métricas de Lean seleccionadas anteriormente y estas se resumen en la Tabla 13.

TABLA 13: CALCULO DE LA OEE

OEE	72.17%
Disponibilidad	88.19%
Tasa de Rendimiento	83.37%
Tasa de Calidad	98.15%

Elaboración propia

Debido a la variabilidad del proceso de producción, se tomará un rango de tiempo mayor para obtener un OEE que refleje con mayor exactitud lo expuesto en La Empresa, se tomó, como intervalo de tiempo, 10 meses continuos de producción como se aprecia en la Tabla 14.

TABLA 14: PORCENTAJE DE LOS ULTIMOS OEE (10 MESES)

MES	OEE
MARZO	72.17%
ABRIL	74.94%
MAYO	73.53%
JUNIO	70.70%
JULIO	68.08%
AGOSTO	68.08%
SETIEMBRE	73.53%
OCTUBRE	74.89%
NOVIEMBRE	73.53%
DICIEMBRE	68.08%

Elaboración propia

Luego de obtener los resultados, estos se representaron mediante una gráfica para así observar, en la Figura 25, la tendencia de cómo se comporta la eficacia de la maquina a analizar.



FIGURA 25: OEE DE LOS ULTIMOS 10 MESES ANALIZADOS

Elaboración propia

Como se observa una variabilidad entre los meses analizados, que va desde los 68.08% hasta los 74.94%, se analizará las ratios de disponibilidad, rendimiento y calidad para observar cual es el punto crítico que este afectando al OEE.

En la Tabla 15 y Figura 26 se muestran los resultados de la tasa de disponibilidad.

TABLA 15: TASA DE DISPONIBILIDAD DE LOS ULTIMOS 10 MESES ANALIZADOS

MES	Disponibilidad
MARZO	88.19%
ABRIL	86.78%
MAYO	87.96%
JUNIO	90.38%
JULIO	89.12%
AGOSTO	88.19%
SETIEMBRE	86.90%
OCTUBRE	87.50%
NOVIEMBRE	86.54%
DICIEMBRE	89.35%

Elaboración propia

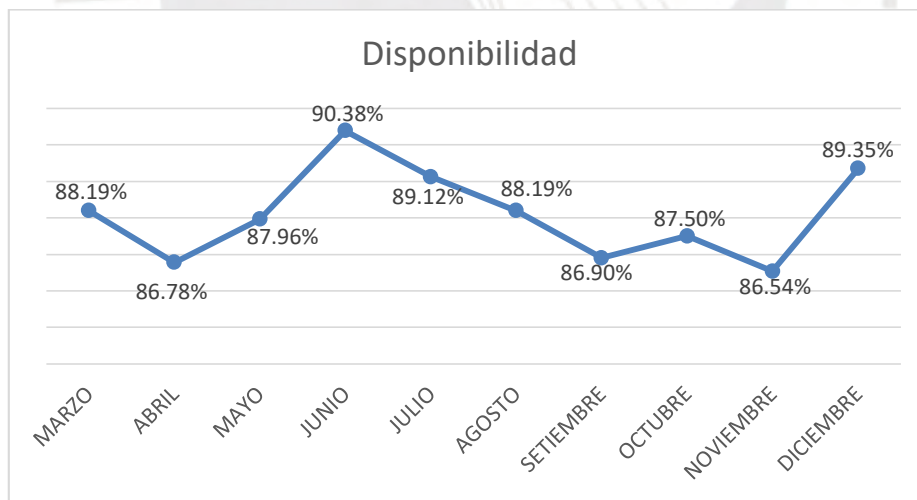


FIGURA 26: TASA DE DISPONIBILIDAD DE LOS ULTIMOS 10 MESES

Elaboración propia

Se observa en la Figura, que la variabilidad de la disponibilidad no es muy alta. Así mismo, se observa que el mes más crítico es en noviembre, ya que se cuenta con un tiempo operativo de

180 horas el cual es el más bajo de toda la data analizada. Este tiempo, se debió a que en dicho mes se elevó las fallas de equipo lo cual nos genera mayor tiempo de paradas imprevistas que redujeron el tiempo operativo.

En la Tabla 16 y Figura 27, de la misma manera se muestran los resultados de la tasa de rendimiento.

TABLA 16: TASA DE RENDIMIENTO DE LOS ULTIMOS 10 MESES ANALIZADOS

MES	Tasa de rendimiento
MARZO	83.37%
ABRIL	87.01%
MAYO	84.52%
JUNIO	79.16%
JULIO	77.62%
AGOSTO	77.81%
SETIEMBRE	85.59%
OCTUBRE	86.52%
NOVIEMBRE	87.25%
DICIEMBRE	77.42%

Elaboración propia



FIGURA 27: TASA DE RENDIMIENTO DE LOS ULTIMOS 10 MESES

Elaboración propia

Como se observa en la Figura 27, en la tasa de rendimiento se ve una variación mayor lo cual se puede empezar a identificar que puede haber unos problemas en esta ratio analizada.

En la Tabla 17 y Figura 28 se muestran los resultados de la tasa de calidad.

TABLA 17: TASA DE CALIDAD DE LOS ULTIMOS 10 MESES ANALIZADOS

MES	Calidad
MARZO	98.15%
ABRIL	99.25%
MAYO	98.90%
JUNIO	98.81%
JULIO	98.43%
AGOSTO	99.21%
SETIEMBRE	98.86%
OCTUBRE	98.92%
NOVIEMBRE	97.38%
DICIEMBRE	98.43%

Elaboración propia



FIGURA 28: TASA DE CALIDAD DE LOS ULTIMOS 10 MESES

Elaboración propia

Analizando la Figura 28, en el mes de noviembre se tuvo la calidad más baja con un 97.38% y esto se debe a la gran cantidad de reprocesos que se tuvo en dicho mes, en el cual se observó 7 reprocesos.

CAPITULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA

En este capítulo se brindará las posibles propuestas de mejora que nos sirvan para solucionar los problemas con los que cuenta la empresa antes hallada en el VSM. Para ello, se empezará por seleccionar las herramientas a utilizar para solucionar dichos problemas. Luego de ello, se desarrollará cada herramienta seleccionada comenzando con la Metodología 5S, Kanban, SMED, las cuales se muestran en la Tabla 18 el cual nos mostrará la problemática de lo mencionado.

TABLA 18: HERRAMIENTAS A UTILIZAR

PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA EMPRESA	HERRAMIENTA PARA UTILIZAR
Puestos de trabajo desordenados	Metodología 5S
Excesos de inventario y sobreproducción	Kanban
Extenso tiempo de preparación de la Tubera	SMED

Elaboración propia

Se utilizará la herramienta de 5S para ordenar y limpiar las áreas de producción que se encuentran con desorden, como en la zona de enderezado y prensado de parrillas. Estas generan retraso en la producción debido a que no se encuentra de manera rápida los insumos necesarios para el armado.

Luego de ello, se aplicará la metodología de Kanban con la finalidad de regular el exceso de inventario a la salida de las distintas subáreas como ensamblado, prensado, emparrillado, horneado y entre otras áreas en donde se observa acumulación de materiales producidos.

Por último, se tomará la herramienta SMED con la finalidad de bajar el tiempo de preparación de la máquina Tubera, ya que se observó que tiene un tiempo muy variado para su correcto inicio, Esto se debe a muchos factores; los cuales se analizaran para buscar ajustar los tiempos.

4.1. Aplicación de metodología 5S

La aplicación de la metodología 5S es básicamente crear un buen ambiente laboral para aumentar y fortalecer el aprendizaje, para que de esta manera se pueda generar una mejora de la empresa y los operarios. Cabe resaltar que la importancia de esta herramienta radica en la mejora del estilo de trabajo de los trabajadores al momento de realizar las diferentes funciones durante el proceso de producción.

En la Figura 29, Figura 30, Figura 31 y Figura 32 se observan grandes desordenes, los cuales son muestras suficientes para que se impulse el uso de la herramienta 5S dentro de la empresa. Analizando la Figura 29, podemos mencionar que hay un desorden total entre las herramientas. Si bien es cierto, estas no son de uso frecuente; sin embargo, cuando se llegan a utilizar estos generarían retrasos, ya que debe buscar la pieza y/o herramienta necesaria.

Como se aprecia en la Figura 30 existe un desorden en la repisa donde se colocan las parrillas ya prensadas, las cuales serán utilizadas más adelante. Sin embargo, cuando el personal busca la medida que requiere, este pierde un tiempo en ubicarla, ya que debe revisar que sea la medida y modelo correcto. Este tiempo se alarga, debido a que dichas medidas varían en 1/8 ,1/4 de pulgada lo cual dificulta su separación de manera rápida.

Para la Figura 31 y Figura 32 se muestran las mesas, que sirven como soporte para el área de corte de láminas y tubos, respectivamente. Estas se encuentran desordenadas, con lo cual no se puede distinguir con facilidad el material a utilizar en ese momento. Lo que sucede con las parrillas, también ocurre con las láminas y tubos, donde la variación de medidas es de 1/8 y 1/4 de pulgadas.



FIGURA 29: DESORDEN EN ESTRUCTURA DONDE SE ALMACENA REPUESTOS VARIADOS
Elaboración propia



FIGURA 30: DESORDEN EN REPISA DE PARRILLAS
Elaboración propia



FIGURA 31: DESORDEN EN ESTRUCTURA DONDE SE CORTAN LOS TUBOS
Elaboración propia



FIGURA 32: DESORDEN EN MESA DONDE SE PROCESAN LAS LAMINAS DE LATON
Elaboración propia

Luego de observar las imágenes tomadas mientras se realizaba el diagnóstico a la empresa, se pudo observar que en los puestos de trabajo había demasiado desorden y suciedad en el área. Por otro lado, se observó que los puestos de trabajo cuentan con repisas o soportes especiales para colocar las herramientas de cada maquina; sin embargo, estas ya no cumplen ese propósito como tal, sino que son usadas como mesas para colocar material dañado.

Los problemas encontrados, están dentro de toda la planta y no en un área específica, ya que la producción sigue una secuencia y los defectos encontrados se denotan desde inicio a fin.

Se considera importante el llevar una capacitación a los operarios antes de realizar la metodología de 5'S, para que estos tengan una base de conocimiento de las máquinas o áreas en las que empezaran a laborar. Para que se pueda observar que está siendo aprovechado, se debe aplicar constantemente y no como un caso aislado. De esta manera se realizará el trabajo como una costumbre y no como un acto momentáneo.

Para dicha capacitación, se debe contar con la presencia del Jefe de Planta o los operarios más especializados. Con ello se busca afianzar el trabajo de manera conjunta para que surja un compromiso de implementar las herramientas necesarias.

A continuación, se detallará como se pondrá en marcha las 5S en la empresa, con lo cual se brindará las posibles soluciones ante la problemática ya señalada anteriormente.

Implementación de Clasificación - SEIRI

Aquí debemos ubicarnos no solo en un área específica sino en toda la planta. Es ideal poder disgregar lo necesario de lo que no es. Para poder aplicar lo antes mencionado, se necesitará la ayuda de los operarios que laboran a diario en las zonas afectadas, ya que ellos son los que conocen mejor cuales son las herramientas que utilizan con mayor frecuencia. Será conveniente implementar entre ellos una actitud de desprendimiento de herramientas que no formen parte de la rutina diaria en el trabajo.

Con lo antes mencionado, se buscará eliminar las herramientas que ya no sean de utilidad; sin embargo, estas deben ser inspeccionadas por el supervisor para que este de la orden de desecho. Así mismo, se tomará la decisión en base a la disponibilidad de reposición y su valor económico en el mercado debido a que la empresa deberá reponerla a la brevedad posible.

La manera correcta o recomendada para poder determinar si las herramientas o materiales que incurren dentro de la producción puedan seguir siendo utilizadas o no dentro del área, se da mediante una diferenciación visual. Con ello se busca, que se pueda guardar la herramienta de manera temporal o redistribuirlo hacia otra área en donde se use de manera más continua.

Los objetos que fueron almacenados temporalmente en cajas de cartón o en andamios con separadores, estarán con nombres y diferenciados por secciones. Se busca esta organización con la intención de que todo el personal pueda distinguir con facilidad y no solamente por la persona que realizó la clasificación.

En la Figura 33 se muestra cómo se utilizarán 4 colores para poder diferenciar el uso de las herramientas a utilizar, siendo este el color verde para uso frecuente; el color amarillo para las herramientas que se utilizan, pero no son de uso constante; el color naranja para los cuales son piezas que son usadas en otras áreas y que por razones aisladas se utilizaron en dicha área; y por último, el color rojo que ya no son necesarios para ninguna área dentro de la empresa ya sea por desgaste o inservible.

Fecha	_____
Área	_____
Línea de producción	_____
Puesto Actual	_____
Decisión	_____
Comentarios	_____

Leyenda	
Verde	Lugar correcto, uso constante
Amarilla	Lugar correcto, uso no constante
Naranja	Lugar incorrecto
Rojo	Innecesario

FIGURA 33: TARJETA DE CLASIFICACIÓN

Elaboración propia

Para iniciar con el etiquetado de las herramientas que se ubican en las áreas de trabajo, se empleará el criterio antes mencionado, recordando que, para el color rojo, será el jefe de área quien determine si realmente es inservible la herramienta.

Implementación de Ordenar – SEITON

Siguiendo con la implementación, se deberá buscar en donde serán reubicadas estas, ya que deben estar lo más cercano posible a las áreas de trabajo, las cuales pueden ser estantes, andamios o repisas donde se colocarán las herramientas previamente clasificadas según el criterio establecido anteriormente. Cabe resaltar que esta ubicación debe tener en consideración el uso frecuente en la estación de trabajo (diariamente, semanalmente).

En el suceso donde se muestra una estructura con mucho desorden, se aplicará las tarjetas de clasificación antes mencionada para que de esta manera se pueda ir diferenciando cada una de ellas y desechar en caso sea necesario.

En el caso del área corte de láminas, se tiene una superficie que esta acondicionada para colocar las láminas que salen de las aleteadoras y así se evite sobrecargar la mesa. De la misma manera se puede hacer para los tubos que ya fueron formados por la tubera.

En la Figura 34 se muestra un andamio en donde podría colocar las láminas y tubos a cortar para que de esta manera se tenga un orden y estos no puedan sufrir algún daño y se tengan que desechar.



FIGURA 34: ANDAMIO DE METAL

Fuente: OLX (2023)

Finalmente, para el caso de el desorden en donde se ubican las parrillas, se deberá acomodar con señales para que no se pierda el orden que debe tener, asimismo se colocará otro andamio que contenga separadores graduales para que de esta manera se pueda separar de acuerdo con la demanda de cada parrilla que se necesite en el momento.

Todo lo antes mencionado, debe ir adicionalmente con la guía de los operarios para que esto se realice de manera cotidiana, ya que esto no sucede eso debido a que el personal ya se encuentra acostumbrado al desorden generado y no se toma el tiempo de ordenar el material según las medidas que van llegando a dichas zonas asignadas.

Implementación de Limpiar – SEISO

En la actualidad, aun no cuentan con un hábito de limpieza, por lo que casi ningún operario se toma un tiempo para poder hacer una limpieza al iniciar o finalizar la jornada laboral en sus puestos de trabajo. Debido a ello, se debe proponer un incentivo que busque la limpieza en toda la empresa para que se observe de manera global y no solo en el área de producción.

Es de suma relevancia que cada trabajador mantenga una limpieza durante su hora de trabajo; por ello, se recomendará como medida inicial implementar un horario de limpieza general. Esta será en todas las áreas para que de esta manera se dediquen a fortalecer este hábito de limpieza. Como se mencionó durante la descripción de la empresa, se sabe que esta tiene un horario laboral que inicia a las 7:30 a.m. y finaliza a las 5:00 p.m. Por lo tanto, se sugiere el siguiente horario el cual se muestra en la Tabla 19 en el cual nos indica un posible horario de limpieza para ejecutar dicha acción.

TABLA 19: HORARIO DE LIMPIEZA

HORARIO DE LIMPIEZA PROPUESTA	
Limpieza Inicial	7:30 a.m. - 7:40 a.m.
Limpieza Final	4:50 p.m. - 5:00 p.m.

Elaboración propia

Con lo mencionado anteriormente, se observa que la falta de limpieza es un problema dentro de las áreas. Por lo tanto, se recomienda que esto se verifique de forma diaria por al menos el primer mes. De esta manera, se podrá tener un control exhaustivo para luego reducirlo a 3 veces por semana. La verificación de que esto se cumpla estará a cargo de los jefes producción.

Cabe resaltar que la limpieza que se está programando, no solo implica que se recoja los desechos o barrer, pues se buscará ordenar los materiales y herramientas en los lugares que corresponden para la fácil ubicación de los operarios.

El propósito principal de este método será mejorar la cadencia de trabajo para así lograr disminuir los retrasos en la producción de los paneles. Asimismo, se observará una empresa más limpia y ordenada ante cualquier visita de algún tercero, con lo cual se podrá tener la seguridad de que el producto que se le ofrece cumpla con las expectativas.

Para un óptimo trabajo, se debe colocar estructuras o un aparador de objetos en donde se colocará los artículos de limpieza. Cabe resaltar que estos deben tener todo lo necesario para la limpieza y no deben ocupar mucho espacio. La propuesta se muestra en la Figura 35.



FIGURA 35: GABINETE DE LIMPIEZA

Fuente: OLX (2023)

Implementación de Estandarizar - SEIKETSU

Luego de realizar los pasos anteriores, será necesario buscar la manera de que se mantenga todo lo antes mencionado. Para ello, es imprescindible, emitir un Formato de limpieza con lo cual se llevará la verificación de su realización. En la Figura 36 se observa el formato en mención, el cual será llenado por el jefe de área una vez culminado el tiempo que se programó para la limpieza de cada área.

FORMATO DE CONFORMIDAD DE LIMPIEZA		
Operario:	_____	
Fecha:	_____	
Hora:	_____	
Área:	_____	
ACTIVIDAD	¿Cumplió la actividad correctamente?	
	Si	No
1. Estación limpia		
2. Piso limpio		
3. Maquina limpia		
4. Herramientas en su lugar		
5. Materiales en su lugar		
6. Desperdicios separados		

FIGURA 36: FORMATO DE EVALUACION DE LIMPIEZA

Elaboración propia

Todo lo anteriormente mencionado, se deberá realizar con previas coordinaciones. Si no ocurre ello, y no se implementan todos estos pasos, asimismo, no se lleva a cabo un control de estas, se volverá a generar las pérdidas de los tiempos y el desorden volverá a las áreas.

Luego de haber logrado las primeras etapas con éxito, el último punto de la herramienta 5`S, es la disciplina, el cual se deberá ir instaurando de manera gradual, y de esta manera se podrá aplicar a todos los puestos de trabajo dentro de la empresa.

Implementación de Calidad - SHITSUKE

En esta última S, siendo no menos importante, se empezará a notar mediante se den los pasos anteriores. Este punto está relacionado con el cambio que se muestre dentro de la empresa, la misma que será notoria mientras el personal no presente reparo ante los cambios que se están planteando en la organización.

Asimismo, se colocarán boletines o letreros dentro de las áreas para mostrar al personal los momentos ocurridos antes y después de su implementación. Con ello, se buscará fortalecer el hábito y se mostrara que es más factible encontrar las herramientas y el material de manera eficaz.

Resultado esperado

Luego de analizar los datos, la reducción del tiempo en la búsqueda de herramientas y el material requerido por cada personal, además del orden y limpieza del área, se estima el siguiente porcentaje mostrado en la Tabla 20.

TABLA 20: REDUCCION DEL TIEMPO DE AREAS

Procesos	Tiempo Estándar (en segundos)		
	Antes	Después	% Reducción
Cortadora de nivel	420	320	23.81%
Cortadora de lamina	120	90	25.00%
Ensamblado	1440	1200	16.67%

Elaboración propia

Para el caso de la cortadora de nivel, la reducción se basa primordialmente por el incremento en la rapidez, del operario, al encontrar los tubos de la misma medida, ya sea para el radiador que fue asignado y también los tubos más pequeños (de 1 pulgada menor). Estos se usarán para colocar a los lados del panal como medio de protección en caso sufra algún golpe.

Por otro lado, en la cortadora de lámina, la reducción se basa principalmente por tener más espacio en la mesa en donde se ubica la guillotina. Con ello, se busca que la mesa esté disponible para que el otro operario pueda colocar las que retiro de la aleteadora y no se mezcle con las que se encuentran dañadas o las que servirán para reutilizarlas.

En el caso del ensamblado el problema sucede al momento de unir las piezas. Esto ocurre, debido a que en muchas ocasiones cuando el personal ya tiene las láminas para armar el radiador, no tiene aún los tubos ya cortados o viceversa. Con lo planteado, se reduce el tiempo para que ambos materiales lleguen antes de que el operario inicie con el ensamblado.

4.2. Aplicación de Kanban

En esta herramienta, se desarrolla la implementación del sistema Kanban en el área de emparrillado y ensamblado.

Con la finalidad de reducir los excesos de inventario en los procesos antes mencionados, se plantea inicialmente sustituir el sistema de suministro; es decir pasar del sistema push, al sistema pull. Con ello, se busca que la producción tenga el ritmo en base a la demanda real y no como se viene realizando en el momento.

Al momento de realizar este cambio, se deberá instruir al personal para poderlo capacitar en la herramienta. Para ello, se solicitará el apoyo de un taller especializado en la materia el cual nos garantice un correcto funcionamiento del cambio.

Después de recibir la capacitación, se debe verificar el correcto uso del sistema Kanban. Para este punto, será necesario revisar los inventarios a la entrada del emparrillado y a la salida del ensamblado. Asimismo, se observó las productividades diarias de las áreas, con la finalidad de obtener los días promedio de producción que tiene cada uno. En la Tabla 21, se puede observar lo antes mencionado.

Para el siguiente análisis se muestra solo la línea de producción más influyente, la que se determinó en el capítulo 3, en la que se puede ver los días de producción de cada una de ellas. Observamos que estas cuentan con menos de 1 día para producirlas. Esto nos indica que, si no se abastece las piezas necesarias, los operarios y las áreas quedaran paradas. Debido a ello, los operarios mencionaron que, si no se tiene el material disponible, ellos avanzan con otros modelos que no son parte de la línea de producción principal, para evitar estar detenidos, hasta que se tenga el material disponible para la producción.

TABLA 21: ANALISIS DEL ABASTECIMIENTO DEL AREA DE ENSAMBLADO

TIPOS DE RADIADOR	Stock actual (panales)	Salidas de Línea (panales)	Stock final (panales)	Día de producción	Prioridad
MODELO EG	10	7	3	0.4	1
MODELO EK	8	5	3	0.6	1
MODELO SG	6	4	2	0.5	1
MODELO CTG	3	2	1	0.5	1

Elaboración propia

Con lo antes mencionado, entonces es necesario implementar un sistema Kanban de retiro al final de cada ensamblado, el cual indique la cantidad a producir para que no se genere muchos productos que aún no serán llevados hacia el área siguiente. En la Figura 37, se diseñó una tarjeta de Kanban de producción en la cual se buscará abastecer con la cantidad requerida para que trabaje por lo menos en 2 días.

KANBAN - ENSAMBLADO	
Para: Modelo EG OP: 24780	FECHAS: 15/11/2023
Descripción: Modelo de radiador EG	
TARJETA: 4	
CANTIDAD A PRODUCIR: 14	

FIGURA 37: KANBAN DE ENSAMBLADO

Elaboración propia

Si bien es cierto que la producción de los paneles se maneja de acuerdo con tarjetas de producción, brindadas por el área administrativa, se buscara reajustar estas. Lo que se busca lograr es que en caso ingrese un pedido de carácter urgente o de fabricación por pedido, este sea primordial. Con ello no se dejará a este para el final logrando así que sea ensamblado antes de producir los paneles para stock. Esto generará que no ocurra un retraso al momento de entregar el pedido.

Resultado esperado

En la Tabla 22 se aprecia la implementación del sistema Kanban. Se espera reducir un 35% del inventario, ya que se tendrá una mejora del control a la entrada del proceso de ensamblado.

TABLA 22: REDUCCION DEL INVENTARIO A LA ENTRADA DEL ENSAMBLADO

Procesos	Inventario (en días promedio)		
	Antes	Después	%Reducción
Ensamblado	2	1.3	35%

Elaboración propia

4.3. Aplicación de herramienta SMED

Esta etapa se basa en el sistema visual y analítico. En esta herramienta se identifica las causas de demora en la preparación de máquinas, materiales (Set-up) y herramientas. Cabe resaltar que esta demora es uno de los motivos principales de la demora en los procesos de producción, por lo que se recomienda analizar para su posterior mejora.

El caso para analizar será observar el tiempo de preparación de la maquina tubera. Puesto que, se logró apreciar que algunas operaciones de Set-up no se consideran, las cuales son las siguientes:

- ❖ Comprobación inicial de estaño y acido.
- ❖ Comprobación de material para hacer tubos.
- ❖ Encendido de maquina tubera.

Set-Up de la maquina tubera:

Se consideran los siguientes tiempos:

A. Verificación de la orden de trabajo:

En este punto, se buscará disminuir el desorden en el área, así de esta manera será más sencillo encontrar las tarjetas de producción destinadas a la máquina, lo cual se podrá interpretar de forma más rápida y llevaría menos tiempo su realización.

B. Limpieza de olla de soldadura:

Esta actividad implica limpiar la olla de soldadura cuando ya este calentada para así eliminar la suciedad que puede haber adquirido en la producción anterior, ya sea por residuos de flux que puede caer o por exceso de temperatura lo cual produce que este se queme más. Esta suciedad que se retira se colocará en unos recipientes de metal para su posterior almacenamiento hasta que pueda ser llevado hacia otra empresa que se encargará de su purificación.

C. Revisión de rodaje:

En esta actividad se revisa que los rodajes se encuentren fijados y ejerzan la presión correcta para la formación del tubo y no se genere deformaciones con los cuales se presente fugas más adelante.

D. Entrega de tubos para la cortadora de nivel:

En esta actividad se envía los tubos ya procesados para que los operarios continúen con el proceso de corte de los tubos y estos sean del mismo tamaño antes de ser ensamblados con las láminas.

En la Tabla 23 se muestran las actividades y tiempos de Set-Up actuales de la maquina tubera.

TABLA 23: ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE SET-UP DE TUBERA

	Actividad	Tiempo (s)
1	Búsqueda de herramientas	110
2	Desajustar pernos del plato	30
3	Retirar plato de rollo	10
4	Retirar rollo vacío	10
5	Colocar rollo de latón	25
6	Colocar plato de rollo	10
7	Ajustar pernos del plato	30
8	Pasar lamina mediante los rodajes	240
9	Pasar tubo semi-formado con palanca de mano	100
10	Encender maquina	10
11	Encender olla de soldadura para calentar	10
12	Programar medidas para cortar tubos	240
13	Búsqueda de herramientas	110
14	Retirar tapa de protección de cuchilla	10
15	Desajustar pernos de seguridad	45
16	Retirar cuchilla	15
17	Limar cuchilla por ambos lados	120
18	Limpiar cuchilla	20
19	Limpiar zona donde va la cuchilla	25
20	Colocar cuchilla	15
21	Ajustar pernos de seguridad	45
22	Colocar tapa de protección de cuchilla	10
23	Probar si la cuchilla corta de forma correcta	10
24	Búsqueda de herramientas	110
25	Limpiar olla de soldadura	60
26	Colocar suciedad en recipiente	30
27	Accionar motor de recirculación de soldadura	10
28	Retirar tapa de caja con acido	10
29	Revisar si tiene acido a nivel	20
30	Colocar tapa de caja con acido	10
31	Realizar prueba de tubo	300
	tiempo total	1800

Elaboración propia

En la Tabla 24 se brindará las propuestas que se plantearan y las actividades internas y externas que se podrían eliminar, si se lleva a cabo la metodología propuesta.

TABLA 24: ACTIVIDADES SET-UP DE LA TUBERA

Actividad	Método actual		Método Propuesto		
	Actividad Interna	Actividad Externa	Actividad Interna	Actividad Externa	Actividad eliminada
Búsqueda de herramientas	X				X
Desajustar pernos del plato	X		X		
Retirar plato de rollo	X		X		
Retirar rollo vacío	X		X		
Colocar rollo de latón	X		X		
Colocar plato de rollo	X		X		
Ajustar pernos del plato	X		X		
Pasar lamina mediante los rodajes	X		X		
Pasar tubo semi-formado con palanca de mano	X		X		
Encender maquina	X		X		
Encender olla de soldadura para calentar	X		X		
Programar medidas para cortar tubos	X			X	
Búsqueda de herramientas	X				X
Retirar tapa de protección de cuchilla	X			X	
Desajustar pernos de seguridad	X		X		
Retirar cuchilla	X		X		
Limar cuchilla por ambos lados	X			X	
Limpiar cuchilla	X			X	
Limpiar zona donde va la cuchilla	X		X		
Colocar cuchilla	X		X		
Ajustar pernos de seguridad	X		X		
Colocar tapa de protección de cuchilla	X			X	
Probar si la cuchilla corta de forma correcta	X				X
Búsqueda de herramientas	X				X
Limpiar olla de soldadura	X			X	
Colocar suciedad en recipiente	X				X
Accionar motor de recirculación de soldadura	X			X	
Retirar tapa de caja con acido	X			X	
Revisar si tiene acido a nivel	X			X	
Colocar tapa de caja con acido	X			X	
Realizar prueba de tubo	X			X	

Elaboración propia

Después de identificar cuáles son las actividades internas que podrían convertirse en externas o también poder ser eliminadas, se muestra en la Figura 38 y Tabla 25, que de las 31 actividades

iniciales evaluadas para el set-up de la tubera, 11 de estas pueden transformarse en externas y 5 podrían ser eliminadas.

En el caso puntual del tiempo de preparación, se aprecia una reducción de más del 50%. Por otro lado, los 19,66 minutos ahorrados, se verán reflejados en el tiempo de producción de los paneles.

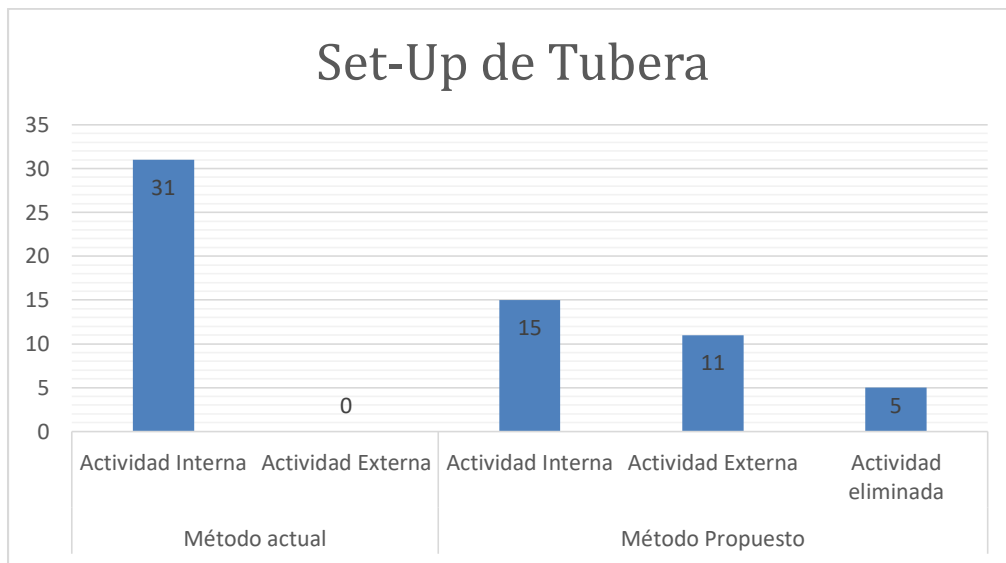


FIGURA 38: SET-UP DE TUBERA

Elaboración propia

Luego de separar las actividades, se propone añadir un carrito porta herramientas con la finalidad de eliminar los desplazamientos innecesarios en la búsqueda de herramientas. Además de ellos se analizará la incorporación de un ayudante, el cual apoyará con el alcance de piezas y material para abastecer la máquina de tubera.

TABLA 25: TIEMPOS DE SET-UP ACTUAL VS PROPUESTO

	Actividad	Tiempo actual(s)	Tiempo propuesto(s)
1	Búsqueda de herramientas	110	
2	Desajustar pernos del plato	30	30
3	Retirar plato de rollo	10	10
4	Retirar rollo vacío	10	10
5	Colocar rollo de bronce	25	25
6	Colocar plato de rollo	10	10
7	Ajustar pernos del plato	30	30
8	Pasar lamina mediante los rodajes	240	240
9	Pasar tubo semi-formado con palanca de mano	100	100
10	Encender maquina	10	10
11	Encender olla de soldadura para calentar	10	10
12	Programar medidas para cortar tubos	240	
13	Búsqueda de herramientas	110	
14	Retirar tapa de protección de cuchilla	10	
15	Desajustar pernos de seguridad	45	45
16	Retirar cuchilla	15	15
17	Limar cuchilla por ambos lados	120	
18	Limpiar cuchilla	20	
19	Limpiar zona donde va la cuchilla	25	25
20	Colocar cuchilla	15	15
21	Ajustar pernos de seguridad	45	45
22	Colocar tapa de protección de cuchilla	10	
23	Probar si la cuchilla corta de forma correcta	10	
24	Búsqueda de herramientas	110	
25	Limpiar olla de soldadura	60	
26	Colocar suciedad en recipiente	30	
27	Accionar motor de recirculación de soldadura	10	
28	Retirar tapa de caja con acido	10	
29	Revisar si tiene acido a nivel	20	
30	Colocar tapa de caja con acido	10	
31	Realizar prueba de tubo	300	
	tiempo total=	1800	620

Elaboración propia

Resultados esperados

En la Tabla 26 se puede apreciar que la preparación de la maquina tubera, se reduce de 1800 segundos a 620 segundos lo cual nos arroja una disminución de tiempo notoria (19.66 minutos

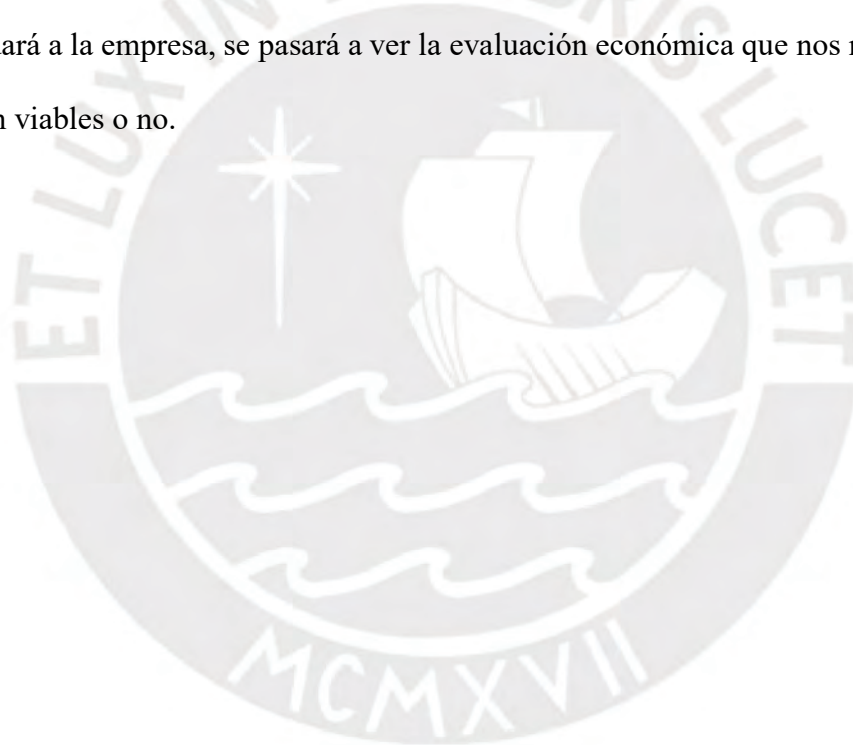
aproximadamente) con lo cual se podrá reducir los tiempos muertos por los operarios en la espera del material de hasta un 66% aproximadamente.

TABLA 26: REDUCCION DE TIEMPOS POR METODOLOGIA SMED

Maquina	Tiempo de SET-UP (en segundos)		
	Antes	Después	%Reducción
Tubera	1800	620	66%

Elaboración propia

Con todas las propuestas de mejora analizadas, y luego de mostrar la reducción que cada una de ellas brindará a la empresa, se pasará a ver la evaluación económica que nos mostrará si las mejoras serán viables o no.



CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE MEJORA

En el presente capítulo se analizará y evaluará el posible impacto económico por las diferentes herramientas que se puedan implementar en la empresa. Para ello se analizará los gastos en los que se incurriría poner en marcha las herramientas antes mencionadas. Al finalizar este capítulo, se podrá evaluar cual es el ahorro por la puesta en marcha de las herramientas y los diferentes recursos utilizados en la producción de los panales de radiador.

Costos de personal

Como sabemos, el implementar alguna herramienta requiere que vaya acompañada de las capacitaciones, y con ello se involucra no solo al personal que labora directamente en el área, sino a todo el personal de la empresa. Para dicho costo, se tomará en cuenta las horas extras que se trabajarán y el costo que estas generen. Los resultados obtenidos de los que se hace mención se muestran en la Tabla 27.

TABLA 27: COSTO MANO DE OBRA

	Operario	Administrativo	
Sueldo aproximado	S/.1,900.00	S/.1,700.00	
Costo de Hora extra	S/.7.9	S/.7.1	
Essalud	S/.171.00	S/.153.00	
Gratificaciones semestral (2 al año)	S/.2,071.00	S/.1,853.00	
CTS (1 al año)	S/.158.33	S/.141.67	
Personal	11	4	
Semanas laborables	4	4	
Horas/semana	48	48	
Horas extras/ Mes	3	0	
Total	S/.28,580.75	S/.9,214.00	S/.37,794.75

Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla anterior, la empresa incurre en un gasto de S/. 37,794.75 al mes aproximadamente. Este cálculo se realizó tomando en consideración un total de 3 horas extras

de los operarios, teniendo en consideración que estos varían de acuerdo con la programación realizada al mes durante la producción mensual.

Gastos por implementación de 5S

Para dicho gasto se tomará en cuenta lo siguiente:

Capacitación de 5s:

Como sabemos, la implementación de esta herramienta solo se debe aplicar por un especialista en la metodología y que pueda explicarla a los trabajadores de la empresa. En principio se propone que se realicen tres tipos de capacitaciones siendo las dos primeras como fines teóricos y de aprendizaje; mientras que la última tendrá un fin más práctico. Este último se realizará luego de haber recibido la capacitación correspondiente. En la Tabla 28 y Tabla 29 se muestra los gastos de esta actividad.

Materiales de capacitación e información:

En dicha actividad se incurrirán los costos de materiales necesarios para las actividades de capacitación. En promedio para cada uno de los participantes de la empresa, teniendo en cuenta la impresión de separatas, ejemplos de aplicación en modelos, casos de ejemplos para la ilustración, etc.), se estima un total de 300 soles por toda la capacitación.

Tarjetas de limpieza Seiso:

Dichas tarjetas serán utilizadas durante la clasificación. Como inicialmente no se sabe la cantidad de tarjetas que serán necesarias para poder etiquetar todos los materiales desechados, se verá por conveniente el solicitar una cantidad por millar para que de esta manera se reduzcan los costos y tengamos aun tarjetas para su uso posterior. Se estima en promedio un gasto de 400 soles para esta actividad.

Tarjetas de clasificación Seiri:

Esta actividad es muy parecida a la anterior, con lo cual se necesitará la impresión de tarjetas de colores rojas, verdes, amarillas y naranjas para poder clasificar los elementos según la primera S como ya se mencionó anteriormente. De la misma manera se solicitará la impresión por millar para poder reducir costos y que estos queden disponibles para más adelante en caso se sigan necesitando. El costo estimado de impresión para dicha actividad será de 450 soles debido a la variación de colores que se tomaran.

Implementos de limpieza:

Los implementos que se van a adquirir con el propósito mantener un ambiente laboral ordenado y limpio durante la jornada laboral como se detalló en el punto de Seiso, en los cuales se incurrirá un gasto aproximadamente de S/. 680.50.

Implementos de orden:

Para la implementación de los andamios los cuales servirán para mantener un orden en las láminas y tubos ya clasificados según tamaños, se estima aproximadamente un costo total de S/. 600.

TABLA 28: COSTO POR LA IMPLEMENTACION DE 5S AL PERSONAL

Capacitación	Duración (Hr)	N.º de capacitaciones requeridas	Hr totales	Costo total/ Hr	Costo total
1º Importancia de las 5S	1	1	1	S/. 184.00	S/. 184.00
2º Implementación de las 5S- Teoría	1.5	1	1.5	S/. 149.50	S/. 224.25
3º Implementación de las 5S- Practico	3.5	2	7	S/. 149.50	S/. 1,046.50
					S/. 1,454.75

Elaboración propia

TABLA 29: COSTOS POR LAS CAPACITACIONES DE 5S AL PERSONAL INVOLUCRADO

Capacitación para entender la importancia de las 5S			
Participantes	Cantidad de personas	Costo unitario	Costo total/Hr
Especialistas de la herramienta Lean Manufacturing	1	S/. 80.00	S/. 80.00
Administración	4	S/. 7.00	S/. 28.00
Jefe de producción	1	S/. 11.00	S/. 11.00
Operarios	10	S/. 6.50	S/. 65.00
Capacitación para la implementación de las 5S de manera teórica			
Participantes	Cantidad de personas	Costo unitario	Costo total/Hr
Especialistas de la herramienta Lean Manufacturing	1	S/. 80.00	S/. 80.00
Jefe de producción	1	S/. 11.00	S/. 11.00
Operarios	9	S/. 6.50	S/. 58.50
Capacitación para la implementación de las 5S de manera práctica			
Participantes	Cantidad de personas	Costo unitario	Costo total/Hr
Especialistas de la herramienta Lean Manufacturing	1	S/. 80.00	S/. 80.00
Jefe de producción	1	S/. 11.00	S/. 11.00
Operarios	9	S/. 6.50	S/. 58.50

Elaboración propia

En la Tabla 30 se aprecia en detalle de los gastos incurridos para los materiales de capacitación y tarjetas que se necesitaran imprimir para tener un orden.

TABLA 30: COSTOS POR INSUMOS EN 5S AL PERSONAL

Motivo	Costo
Tarjeta de clasificación de elementos	S/. 450.00
Tarjetas de limpieza	S/. 400.00
Material par capacitación	S/. 300.00
Implementos de orden	S/. 600.00
Implementos de limpieza	S/. 680.50
S/.	2,430.50

Elaboración propia

De la misma manera en que se revisó los gastos de implementación, también se debe considerar el costo que genera que el personal no produzca durante las 9.5 horas que se necesita para poder capacitar al personal con lo cual en este tiempo se deja de realizar alrededor de 3 panales de radiador en valorizados aproximadamente en S/ 540 cada uno, nos arroja alrededor de S/ 1,620.00 aproximadamente.

En la siguiente Tabla 31 se presentará el resumen de todos los gastos que se mostraron anteriormente para brindar el estimado por la implementación de las 5S en la Empresa.

TABLA 31: RESUMEN DE INVERSIÓN PARA 5S

Tabla resumen de costos por las 5s			
Costo de implementaciones	Costos por insumos	Costo por dejar de producir	Costo total de implementación
S/. 1,454.75	S/. 2,430.50	S/. 1,620.00	S/. 5,505.25

Elaboración propia

Con todo lo mencionado anteriormente, se detalla que se incurrirá en un gasto de S/ 5,505.25 por la implementación de la metodología 5S.

Gastos por implementación de metodología SMED

En el caso de la metodología SMED, se planea iniciar con una capacitación con el propósito de informar al trabajador sobre la importancia de la propuesta. Esta se dará mediante una empresa o una persona externa especializada en el tema quien se dirigirá al personal de la planta. De una manera de apoyo, se propone la elección de dos operarios en la tubera para que trabajen de forma paralela con la finalidad de ahorrar tiempos.

A continuación, se pasará a detallar como se pondrá a cabo la puesta en marcha de la herramienta:

1. Se realizará una sesión de 1.5 horas con la finalidad de educar a los trabajadores en el uso de la metodología SMED, para que ellos mismo puedan identificar los errores que se estuvieron cometiendo durante la preparación de la maquina tubera.
2. Se escogerá a los dos operarios más capacitados en la maquina con la finalidad de que realicen un estudio sobre la problemática actual de la máquina.

En la Tabla 32 y Tabla 33 se muestra al detalle los gastos por la implementación de la metodología SMED donde se observa un gasto de S/. 109.00 por cada hora que se requiere del personal involucrado, dentro de las cuales analizando la Tabla 33, se observa que se requiere de un total de 10 horas para todas las actividades necesarias en la metodología.

Se observa asimismo que en dicha tabla se incurre en un gasto de S/. 860.00 para todas las actividades mencionadas en el cuadro.

TABLA 32: GASTOS POR IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SMED POR HORAS

Capacitación para la implementación del SMED			
Participantes	Cantidad de personas	Costo unitario	Costo total/Hr
Especialistas de la herramienta Lean Manufacturing	1	S/. 80.00	S/. 80.00
Jefe de producción	1	S/. 11.00	S/. 11.00
Operarios	2	S/. 9.00	S/. 18.00
			S/. 109.00

Elaboración propia

TABLA 33 GASTOS POR APLICACIÓN DE SMED

Tipo de personal	Actividad	Tiempo (hrs)	Costo (S/.)	N.º personas	Costo total (S/.)
Operarios	Capacitación SMED	1.5	S/. 80.00	3	S/. 240.00
	Estudio del Set-up	2	S/. 75.00	2	S/. 150.00
	Diferencia entre preparación externa e interna	1.5	S/. 65.00	2	S/. 130.00
	Aplicación de preparación externa	3	S/. 120.00	2	S/. 240.00
	Mejora de elementos de operación	2	S/. 50.00	2	S/. 100.00
	Total	10	S/. 390.00		S/. 860.00

Elaboración propia

De la misma manera que se realizó para las 5S, también se debe considerar el costo que genera que el personal no produzca durante las 10 horas, en la sección de la tubera, que se necesita para capacitar al personal con lo cual en este tiempo se deja de realizar alrededor de 6 panales de radiador valorizados aproximadamente en S/ 540 cada uno, nos arroja alrededor de S/ 3,240.00 aproximadamente.

En la siguiente Tabla 34 se presentará el resumen de todos los gastos que se mostraron anteriormente para brindar el estimado por la implementación de la metodología SMED en la Empresa.

TABLA 34: RESUMEN DE INVERSIÓN PARA LA METODOLOGÍA SMED

Tabla resumen de costos por SMED			
Costo de implementaciones	Costos por aplicación	Costo por dejar de producir	Costo total de implementación
S/. 1,090.00	S/. 860.00	S/. 3,240.00	S/. 5,190.00

Elaboración propia

Con todo lo mencionado anteriormente, se detalla que se incurrirá en un gasto de S/5,190.00 por la implementación de la metodología SMED.

Gastos por implementación de metodología Kanban

De la misma manera que ocurrió con la metodología SMED y 5S, se deberá contratar un personal especializado el cual será el encargado de brindar la capacitación sobre la metodología Kanban para que esta sea aprovechada por los operarios.

Tarjetas Kanban: Estos serán utilizados durante la producción de los panales para poder tener al operario activo en los modelos más comerciales y que estos no desperdicien tiempo por no contar con el insumo necesario al momento de ensamblar el panel. Se vera por conveniente el solicitar una cantidad por medio millar para que de esta manera se reduzca costos de impresión. Se estima en promedio un gasto de 300 soles para esta actividad.

En la Tabla 35 y Tabla 36 se muestra al detalle los gastos por la puesta en marcha de la metodología Kanban, el cual nos muestra un gasto de S/. 156.50 por cada hora que se requiere del personal involucrado, dentro de las cuales analizando la Tabla 36, se observa que se requiere de un total de 6 horas para todas las actividades necesarias en la aplicación de la metodología Kanban.

Se observa asimismo que en dicha tabla se incurre en un gasto de S/. 939.00 para todas las actividades mencionadas en el cuadro.

TABLA 35: GASTOS POR LA PUESTA EN MARCHA DE METODOLOGÍA KANBAN POR HORAS

Capacitación para la implementación del Kanban			
Participantes	Cantidad de personas	Costo unitario	Costo total/Hr
Especialistas de la herramienta Lean Manufacturing	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Jefe de producción	1	S/. 11.00	S/. 11.00
Operarios	7	S/. 6.50	S/. 45.50
			S/. 156.50

Elaboración propia

TABLA 36: GASTOS POR LA PUESTA EN MARCHA DE METODOLOGÍA KANBAN

Tipo de personal	Actividad	Tiempo (hrs)	Costo (S/.)	N.º personas	Costo total (S/.)
Operarios	Capacitación Kanban	2.5	S/. 110.00	8	S/. 880.00
	Costo de inducción al personal operativo en Kanban	3.5	S/. 30.00	8	S/. 240.00
	Tarjetas Kanban		S/. 300.00	-	S/. 300.00
	Total	6	S/. 440.00		S/. 1,420.00

Elaboración propia

De la misma manera que se realizó para las 5S y SMED, también se debe considerar el costo que genera que el personal no produzca durante las 6 horas, que se necesita para capacitar al personal con lo cual en este tiempo se deja de realizar alrededor de 6 panales de radiador valorizados aproximadamente en S/ 540 cada uno, nos arroja alrededor de S/3,240.00 aproximadamente.

En la siguiente Tabla 37 se presentará el resumen de todos los gastos que se mostraron anteriormente para brindar el estimado por la implementación de la metodología Kanban en la empresa.

TABLA 37: RESUMEN DE INVERSIÓN PARA LA METODOLOGÍA KANBAN

Tabla resumen de costos por Kanban			
Costo de implementaciones	Costos por aplicación	Costo por dejar de producir	Costo total de implementación
S/. 939.00	S/. 1,420.00	S/. 3,240.00	S/. 5,599.00

Elaboración propia

Con todo lo mencionado anteriormente, se detalla que se incurrirá en un gasto de S/5,599.00 por la puesta en marcha de la metodología Kanban.

Ahorro generado debido a la implementación de las propuestas de mejora

Luego de haber observado al detalle los posibles costos por la puesta en marcha de las herramientas que se buscará introducir a la empresa, se procederá calcular el ahorro que este generaría mediante un buen aprovechamiento.

Ahorro por la implementación 5S

Con lo mencionado en el capítulo anterior, al ejercer la metodología 5S, se genera una reducción de 23.81% en la cortadora de nivel, 25.00% en la cortadora de lámina y 16.67% en la máquina de ensamblado. Esto se debe de manera general a la adecuada limpieza, según lo horarios que se determinaron para lograr un mejor aprovechamiento del tiempo.

En la Tabla 38 se puede observar el ahorro por la implementación mencionada, con lo cual la empresa puede economizar un aproximado de S/.73.43.

TABLA 38: AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

Nombre de área / herramienta	numero de equipos	Actual			Propuesto			Ahorro anual (Hr)	Costo H-H	Ahorro anual total (S/.)
		Tiempo limpieza (min) / maquina	numero de reparaciones al año (total)	Tiempo de limpieza anual (horas)	Tiempo limpieza (min) / maquina	numero de reparaciones al año (total)	Tiempo de limpieza anual (horas)			
Cortadora de nivel	1	18	8	2.4	13.7	3	0.7	1.7	S/. 9.00	S/. 15.43
Cortadora de lamina	2	10	5	1.7	7.5	2	0.5	1.2	S/. 9.00	S/. 10.50
Ensamblado	6	15	4	6	12.5	1	1.3	4.8	S/. 10.00	S/. 47.50
										S/. 73.43

Elaboración propia

Ahorro por implementación de SMED

Con lo mostrado en la herramienta, se pudo conocer que se podría generar una reducción en el Set-up inicial de 66% en la máquina de Tubera, dentro de lo cual se resalta la gran cantidad de elementos que se modifican y se eliminan como ya se señaló antes.

La Tabla 39 se puede apreciar el ahorro por la implantación de la metodología SMED, con lo cual la empresa puede economizar un aproximado de S/.1,427.80 mensuales.

TABLA 39: AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED

	Numero de equipos	Reducción	Antes de la mejora		Después de la mejora		Ahorro mensual (S/.)
			Tiempo (min)	Costo (S/.)	Tiempo (min)	Costo (S/.)	
Maquina Tubera	3	66%	30	S/. 1.55	S/. 1.55	S/. 1.55	S/. 1,427.80

Elaboración propia

Ahorro por implementación de Kanban

Según lo estimado anteriormente, se considera que se realiza cada 0.42 radiadores por hora con lo cual se realizó las mediciones necesarias en el capítulo anterior.

Se determino un 33% de reducción luego de haber aplicado la metodología Kanban con lo cual se ahorró S/. 8,280.00 al mes aproximadamente.

TABLA 40: AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KANBAN

	Reducción	Antes de la mejora		Después de la mejora		Ahorro mensual (S/.)
		cantidad de stock promedio	Costo (S/.)	cantidad de stock promedio	Costo (S/.)	
Ensamblado	35%	10	S/. 230.00	7	S/. 230.00	S/. 8,280.00

Elaboración propia

Inversión de estudio

Como parte de la investigación se estima un precio por el análisis de la empresa, la cual se determino un promedio de 15 mil soles. Este costo se considera en base a un mes de trabajo entre diagnostico y las propuestas de mejora que se mencionaron líneas arriba. Así mismo, se considera este monto como único pago por el servicio prestado.

Flujo de caja del proyecto

Luego de haber cuantificado los gastos para implementar las mejoras propuestas anteriormente y los posibles ahorros que se generarían, se pasa a realizar el flujo de caja como se aprecia en la Tabla N.º 41, la cual se proyectó para todo el año próximo. En esta se precisa los ingresos como los ahorros que se generan debido a las implementaciones, así como los egresos a causas de estas.

Se observa que los indicadores del VAN y TIR arrojaron como resultados S/. 62,588.50 y 42% respectivamente. Esto nos indica, basándonos en los conceptos teóricos, que es viable económicamente la puesta en marcha de las herramientas propuestas inicialmente.

FLUJO DE CAJA (S/.)

	Nov-23	Dic-23	Ene-24	Feb-24	Mar-24	Abr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24
INGRESOS												
Ingresos por diferencia de venta de radiadores aproximado	114,400.00	110,000.00	118,800.00	121,000.00	116,600.00	116,600.00	118,800.00	110,000.00	110,000.00	110,000.00	114,400.00	121,000.00
Ahorro por 5S	73.43	73.43	73.43	73.43	73.43	73.43	73.43	73.43	73.43	73.43	73.43	73.43
Ahorro por SMED	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80	1,427.80
Ahorro por Kanban	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00	8,280.00
Total ingresos	-	124,181.23	119,781.23	128,581.23	130,781.23	126,381.23	126,381.23	128,581.23	119,781.23	119,781.23	119,781.23	130,781.23
EGRESOS												
Costo personal H-H	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75	S/. 37,794.75
Costo materia prima adicional	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00	73,200.00
Costos de producción adicional	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
Costo implementación 5S	S/. 5,505.25											
Costo implementación SMED	S/. 5,190.00											
Costo implementación Kanban	S/. 5,599.00											
Costo por inversión de estudio	S/. 15,000.00											
TOTAL EGRESOS	-S/. 31,294.25	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75	S/. 111,344.75
Flujo del mes	-S/. 31,294.25	S/. 12,836.48	S/. 8,436.48	S/. 17,236.48	S/. 19,436.48	S/. 15,036.48	S/. 15,036.48	S/. 17,236.48	S/. 8,436.48	S/. 8,436.48	S/. 8,436.48	S/. 12,836.48

K	0.1
TIR	42%
VAN	S/. 62,588.50

FIGURA 39: FLUJO DE CAJA

Elaboración propia

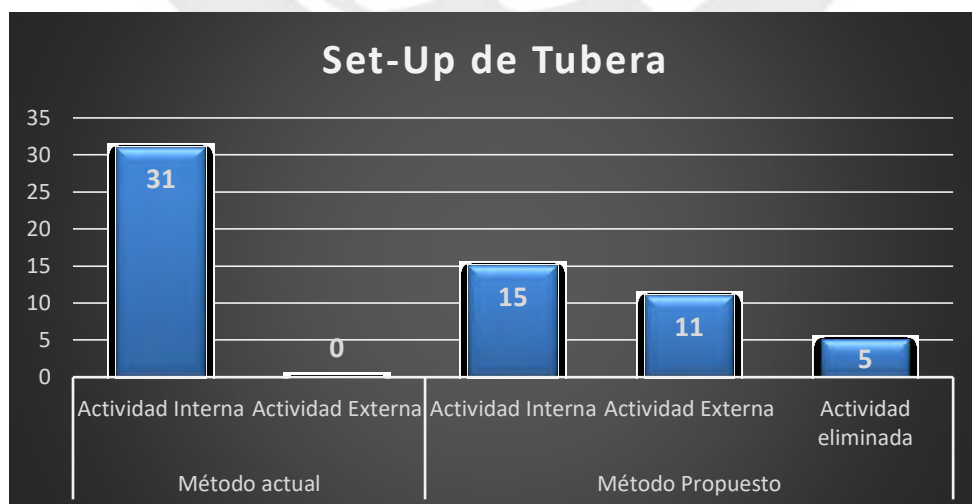
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentará las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo realizado hacia la empresa.

6.1 Conclusiones

- Al finalizar el presente informe, se tiene en cuenta que se debe tener el apoyo del personal involucrado en la empresa. Esto con la finalidad de no encontrarnos con una barrera o cierto descontento por parte de ellos. Para fortalecer la iniciativa de los cambios, estos deberán pasar por charlas de capacitación; debido a que, el éxito de las herramientas de Lean Manufacturing no solo radica en una sola área de la empresa, sino en todas para mejorar. De esta manera se tiene que contar con todo el compromiso del personal para poder ejecutarlas de manera correcta.
- El normalizar los trabajos, incrementa la eficiencia del operario y ayuda a crear un buen ambiente laboral basada en mejoras de procesos y equipos.
- Para el caso de la herramienta de 5S, se brindaría una mejor manera de realizar la labor dentro de la empresa. Esto se debe a que se da un mejor ambiente de trabajo y compromiso con los mismos trabajadores en la cual se generará otro habito al involucrarlo más en el orden, la limpieza y los otros puntos de la herramienta en mención. Durante la aplicación de esta metodología en las áreas de cortadora de nivel, cortadora de lámina y ensamblado se pudo ahorrar un total de S/ 73.43 al mes. Si bien es cierto parece un bajo monto en comparación a los montos de venta o gasto mensual, el tema del ahorro pasa por el tiempo que se reduce lo cual ayuda no solo a la familia representativa sino a toda la producción ya que todas siguen la misma secuencia.

- En el proceso del estudio en la empresa, se observó que el operario estaba dispuesto a aprender y apoyar la iniciativa propuesta para mejorar el trabajo realizado. Con ello, se busca mejorar no solo el área en donde se encontraba el mayor problema, sino en toda la organización, puesto que se interesaron por otros métodos que los ayude a simplificar sus jornadas laborales.
- Se debe tener en cuenta que el tiempo es un factor muy importante dentro de una planta manufacturera; ya que, con ello se puede determinar cuanta es tu producción. Dicho esto, se utilizó la metodología SMED para la maquina tubera. En dicha maquina se logra apreciar una reducción de 1800 segundos a 620 segundos, lo cual es un tiempo muy significativo.
- Para dicha metodología, se logró un ahorro del 66% del tiempo respecto al valor inicial. Dicha reducción se logra a través de la eliminación de algunas actividades y al cambio de actividad interna a externa. Con ello se busca, que de esta manera se pueda optimizar los tiempos no aprovechados que se generaban durante el proceso actual.



- Siguiendo los pasos de la metodología mencionada, se logró pasar de tener 31 actividades internas y 0 externas, a tener 15 internas, 11 externas y 5 actividades que se eliminaron con lo cual se hace la reducción antes mencionada.
- Con todo esto, la empresa se ahorraría en gastos alrededor de S/. 1,427.80 mensuales debido a que se reduce el tiempo de labor del trabajador en la preparación de la máquina. Si bien es cierto, lo ideal es que el tiempo de preparación de una maquina no excede los 10 minutos, con lo propuesto se reduce a casi el tiempo ideal con la finalidad a seguir disminuyéndolo con futuras metodologías que se podrían seguir implementando. Así mismo, se recalca que este ahorro se da por 1 día de que la maquina este prendida a la semana, siendo 3 tuberías en total. Tomando en cuenta lo antes mencionado, las propuestas de mejora asociadas a la empresa y las reducciones de tiempo, este podría a pasar a producir 2 días a la semana según la demanda mensual y a los tiempos que se podrían optimizar para la producción de más paneles; ya que, la empresa no logra cumplir con toda la demanda que tiene por demoras en sus procesos.
- Uno de los puntos críticos que se noto durante el armado de los paneles de radiador, es que los tubos no estaban listos cuando el operario empezaba a llenar las laminas en las mesas de armado, lo cual hacia que el proceso se demore mas de lo planeado. Con esta reducción de tiempo se debería lograr eliminar dicha demora con lo cual dejaría de ser un cuello de botella dentro de la producción y se agilizaría más el proceso.
- Es muy importante la contratación de un grupo especializado en la metodología SMED, ya que hemos podido notar que esta reducción acortara el ciclo de producción. Desde otro punto de vista, también ayudara a que el operario aprenda de manera correcta y esto genere un valor a mediano y largo plazo, lo cual es beneficioso para la empresa.

- Para finalizar con las metodologías propuestas se tiene la metodología del Kanban, para el área de ensamblado, el cual presentaba una cantidad de panales relativamente alta y con pérdidas de eficiencia por parte de los trabajadores, con el propósito de implementar la mejora y buscar reducir el stock entre áreas que se formaba.
- Con la propuesta mencionada se logró reducir el nivel de inventario promedio de 2 días a 1.3 días, lo cual nos arroja un 35% de reducción. Con ello se busca mejorar la eficiencia de los trabajadores al momento de ensamblar los panales que realmente se necesite y no se pierda tiempo por no tener los materiales necesarios para la producción de pedido. Con la metodología implementada, la empresa tendría un ahorro de S/. 8 280.00 mensuales al valor aproximado de S/. 230 por panel debido a que este está en la mitad de su proceso de producción ya que solo contiene laminas y tubos.
- Para el flujo económico se tiene un impacto positivo para la empresa ya que es viable para la misma. Con lo mostrado en la tabla del flujo, se concluye que la implementación de las 3 propuestas en las diferentes áreas y máquinas de la empresa, se tiene un VAN de S/. 62,588.50 y con un TIR de 42% lo cual hace que la inversión sea rentable y soporte un menor riesgo por la viabilidad.
- Se tiene en cuenta que la inversión en la tecnología no siempre será la mejor opción para reducir tiempos y costos. Primero se debe realizar un estudio de la línea de producción para poder conocer las necesidades que requiere la planta. Para el caso analizado, la aplicación de las herramientas de lean manufacturing, servirán como base para ir mejorando y esta nos llevara a desarrollar tecnologías emergentes como una opción a mediano plazo.

6.2 Recomendaciones

- Se debe tener muy en cuenta que para que estas mejoras puedan llevarse a cabo, se recomienda instruir al personal y a la gerencia para que de este modo se forme un compromiso entre ellos y la empresa. Así mismo esto se ejecutará con la finalidad de que los nuevos cambios no afecten de manera negativa en ellos, ya que en muchas ocasiones las nuevas formas de trabajo que se plantean suelen generar un cierto rechazo.
- Se debe colocar mayor énfasis en el área de producción ya que es ahí en donde se está apreciando ciertas fallas que repercuten en la empresa y la demora en la entrega de sus productos. Con lo mencionado, no quiere decir que las demás áreas son menos importantes o que estén 100% correctas, pues siempre hay cosas nuevas que aprender y ello también puede ayudarlos a mantener un orden en sus respectivas áreas.
- Se debe poner mayor énfasis en la planificación de su producción; debido a que, si se quiere mostrar una imagen de que la empresa es confiable y puntual en sus trabajos, el incumplimiento de estas no es una opción.
- Un enfoque que suele ayudar mucho a la integración del personal cuando hay algunos cambios, se da cuando la empresa ofrece incentivos. Estos suelen ser material, a través de reconocimientos visuales en los paneles de información sobre el logro obtenido o de forma monetaria para que de esta manera el personal se muestre con mayor voluntad a buscar el cambio y no muestre mucha resistencia.

- Se debe enfatizar con el tema de seguridad y salud en el trabajo, se debe supervisar que se use correctamente los EPP's con la finalidad de reducir el riesgo por accidentes. Esto se aclara debido a que se observa que están expuestos a peligros por cortes o por el uso del fuego.
- Como medio de apoyo y de fortalecer la comunicación, se gestionaría reuniones de 10 minutos al iniciar la jornada laboral. Esto es con la intención de que participe cada miembro del equipo, para que de esta manera se puedan reforzar y monitorear las metas del día.
- Se recomienda a la gerencia a tomar en cuenta las propuestas de mejora que serán en corto y mediano plazo. Esto es con el fin de ir mejorando la producción que se ofrece en este momento, así mismo, la empresa vera los resultados no solo en el ámbito económico, sino en el ambiente laboral. De la misma manera en la participación de los trabajadores y entre otros que indirectamente ayudaran a mejorar la producción de los paneles de radiador.
- Es importante mencionar que las propuestas de mejora señaladas en este informe no son suficientes para optimizar la empresa. Sin embargo, se considera que de esta manera se estaría iniciando un plan para implementar métodos de mejora con lo que la empresa pueda tener un orden que ayude a la producción. Se recomienda seguir implementando más métodos que puedan favorecer a la empresa a mediano o largo plazo pues la intención es priorizar las metodologías planteadas en este informe.

- Es bueno precisar que las herramientas propuestas solo solicitaron el apoyo de consultores externos como modo de introducción a estas. Sin embargo, esto no garantiza que con eso sea suficiente y ya no se necesite de su apoyo más adelante; por lo tanto, se recomienda llevar controles periódicos y una comunicación con dichos consultores de forma semestral con la finalidad de volver a reforzar lo antes aprendido y buscar así mayor facilidad de trabajo.
- Otra recomendación, a pesar de no ser objeto de estudio es que, al momento de realizar el análisis de la empresa, se logró apreciar que las máquinas aleteadoras tenían fallas al momento de realizar los piquetes y el doblado. Estos hacían que las láminas se desvíen un poco y en el momento no se logra apreciar con claridad, pero al llegar a las mesas de armado, se encuentran los errores. Se recomienda a la empresa buscar implementar un sistema que detecte estas fallas y la máquina pueda detenerse para que se pueda regular nuevamente las guías y así no se pierda material ni tiempo al momento del armado.
- Un punto adicional como recomendación, sería la implementación creación de un portal web para la empresa. Este con la finalidad de mostrar al público los productos que ofrece en el mercado nacional y marcar una diferencia con los principales competidores.
- Contratar un estudio de marketing para que interactúen con las redes sociales. Esto se recomienda ya que la empresa tiene muchos años en el mercado peruano; sin embargo, no es muy conocida y los clientes tienen mayor referencia a la competencia directa. Esta área podría ser de manera interna o también un estudio externo que se encargue de promocionar a la empresa.

- Por último, se recomienda que todas las propuestas de mejora a implementar en la empresa analizada, expuestas en el capítulo 4 y las cuales son las herramientas de 5s, metodología SMED y Kanban, deben ser ejecutadas de la manera en cómo se ha planteado en el informe propuesto y revisadas con la finalidad de alcanzar los beneficios mencionados en cada una de ellas.



BIBLIOGRAFIA

PÉREZ FERNÁNDEZ, José

2010 *Gestión por procesos*. Qaeq, Madrid: ESIC.

IZAGUIRRE

2003 *Mejorar procesos, mejorar resultados en educación*. Bilbao: Editorial Grafman.

SALES MATIAS

2013 *Planificación y control de proyectos*. EALDE Business School,

VERDOY, Pablo Juan

2006 *Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones*. España: Universitat Jaume I Publicaciones.

ROBERTO ESPINOSA

2020 La matriz de análisis DAFO (FODA). Consulta:16 de mayo del 2021

<https://robertoepinosa.es/2013/07/29/la-matriz-de-analisis-dafo-foda#:~:text=La%20matriz%20de%20an%C3%A1lisis%20dafo%20o%20foda%2C%20es%20una%20conocida,la%20situaci%C3%B3n%20de%20la%20empresa.&text=La%20matriz%20de%20an%C3%A1lisis%20dafo%20permite%20identificar%20tanto%20las%20oportunidades,debilidades%20que%20muestra%20nuestra%20empresa.>

PERALTA ALEMÁN, Gilberto

2002 *De la filosofía de la calidad al sistema de mejora continua*. Madrid: Editorial Panorama.

HANSEN, Bertrand

1989 *Control de calidad: teoría y aplicaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José

2010 *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

RADAJEL CARRERAS, José

2011 *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos

SHINGO, Shigeo

1993 *El sistema de producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería*. Madrid: Editorial Tecnología de Gerencia y Producción

INEI

2021 *Producción nacional. Consulta: 02 de agosto del 2023.*
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-produccion-nacional-ene-2023.pdf>

REY SACRISTÁN, Francisco

2005 *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo.* Madrid: FC Editorial.

WOMACK, James

2018 *Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa.* España: Grupo Planeta – Gestión 2000.

ROTHER, Mike

2003 *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.* Boston: Lean Enterprise Institute.

CABRERA CALVA, Rafael

2000 *Lean Six Sigma TOC Simplificado*". México: Rafael Carlos Cabrera editores.

CUATRECASAS, Lluís

2012 *Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban. Organización de la producción y dirección de operaciones.* Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

GALGANO, Alberto

2003 *Las tres revoluciones: caza del desperdicio: doblar la productividad con Lean Production.* Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

SASCÓ, Sharon

2019 *Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de Lean Manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una Empresa fabricante de productos plásticos. Tesis para optar el título de Ingeniera Industrial.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.