

**Optimización de Operaciones y Recursos de Producción en la Línea De Retail de la Planta
de Manufactura de la Empresa AZEMBLA SAS para Incrementar la Productividad y
Eficiencia y Disminuir los Costos de Producción**

Carlos Alberto Jurado Gamarra

Asesor

Juan Carlos García Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Ingeniería Industrial

2024

Resumen

El presente proyecto aplicado bajo la línea de investigación modelos de gestión organizacional es desarrollado y aplicado con el objetivo de optimizar el proceso y recursos de producción de la línea de retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS para de esta manera a través de la gestión del conocimiento asegurar su continuidad y mejora en el tiempo, mediante el incremento de la productividad, de la eficiencia y la disminución de los costos de producción.

El proyecto se desarrolla en el Km5 del sector industrial Mamonal de la ciudad de Cartagena de Indias, en la línea de retail del área de manufactura de la empresa AZEMBLA S.A.S, empresa dedicada transformación de materiales termoplásticos convirtiéndolos en paneles y perfiles.

Para el desarrollo de este proyecto se tiene estimado una temporalidad de 6 meses aproximadamente donde se realizan distintos estudios y análisis que nos permiten conocer la situación actual del proceso productivo de la empresa, identificar oportunidades de mejoras y desarrollar una propuesta de optimización del proceso y recursos donde el mayor beneficiario sea la compañía en estudio.

La metodología utilizada para la elaboración de este proyecto es una metodología de investigación de campo con enfoque mixto: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo; mediante la observación directa se recaudará toda la información que nos permita detectar los problemas asociados a las actividades realizadas en el proceso productivo y luego proceder a la cuantificación de estos, mediante la identificación, evaluación y valoración de estos.

Al finalizar este proyecto se tendrá como resultado un aumento significativo en la productividad y la eficiencia del proceso, reducción en los costos, y la satisfacción del cliente con la entrega de

pedidos en fechas pactadas y con excelente calidad, donde la gran beneficiada será la empresa en estudio.

palabras claves: Eficiencia, productividad, diagrama, manufactura, línea de producción, indicadores.

Abstract

The present project applied under the line of research organizational management models is developed and applied with the objective of optimizing the production process and resources of the retail line of the manufacturing plant of the company AZEMBLA SAS, in this way through knowledge management ensuring its continuity and improvement over time, by increasing productivity, efficiency and reducing production costs.

The project is developed in Km5 of the Mamonal industrial sector of the city of Cartagena de Indias, in the retail line of the manufacturing area of the company AZEMBLA S.A.S, a company dedicated to the transformation of thermoplastic materials, converting them into panels and profiles.

For the development of this project, a time frame of approximately 6 months is estimated, where different studies and analyzes are carried out that allow us to know the current situation of the company's production process, identify opportunities for improvements and develop a proposal to optimize the process and resources. . where the largest beneficiary is the company under study.

The methodology used to prepare this project is a field research methodology with a mixed approach: the quantitative approach and the qualitative approach; Through direct observation, all the information will be collected that allows us to detect the problems associated with the activities carried out in the production process and then proceed to quantify them, through their identification, evaluation and assessment.

Upon completion of this project, the result will be a significant increase in the productivity and efficiency of the process, a reduction in costs, and customer satisfaction with the delivery of

orders on agreed dates and with excellent quality, where the company will be the great beneficiary. . in study.

Keywords: Efficiency, productivity, diagram, manufacturing, production line, indicators.

Tabla De Contenido

Introducción	9
Planteamiento del Problema	12
Justificación	14
Objetivos.....	17
Marco Conceptual y Teórico	18
Metodología	26
Análisis de la Situación Actual de la Línea de Retail de la Planta de Manufactura.	30
Estudio de Tiempos en la Línea Retail	48
Propuestas de Mejoras en el Proceso Productivo de la Línea de Retail	57
Implementación de Propuestas y Recomendaciones.	71
Definición y Ejecución de Indicadores de Gestión.....	85
Aplicación de Indicadores de Gestión	90
Análisis y Discusión de Resultados Obtenidos en Estudio Realizado.....	102
Conclusiones.....	104
Recomendaciones	105
Referencias bibliográficas.....	106

Lista de Tablas

Tabla 1. Simbología básica empleada en la realización de diagrama de flujo del proceso productivo.	36
Tabla 2. Población del proceso productivo de la línea de retail.	39
Tabla 3. Maquinarias y herramientas utilizadas en el proceso productivo de la línea de retail de manufactura.....	40
Tabla 4. Prioridades de causas identificadas en diagrama de Ishikawa.....	47
Tabla 5. Estudio de tiempos realizado en el proceso productivo de la línea de retail.	51
Tabla 6. Resumen de causas con mayor incidencia en la línea de retail, generadas del estudio de tiempos y observación de campo.	55
Tabla 7. Propuestas y recomendaciones generadas a través de la observación de campo.....	60
Tabla 8. Etapas de la aplicación de metodología 5S.....	67
Tabla 9. Participación en la aplicación de metodología 5s.....	70
Tabla 10. Charlas y capacitaciones al personal.	72
Tabla 11. Implementación de mejoras en la línea de retail.....	74
Tabla 12. Maquinarias y herramientas luego de la implementación de recomendaciones y propuestas	78
Tabla 13. Nuevo estudio de tiempos de la línea de retail.	81
Tabla 14. Población que conforma la línea de retail, luego de implementación de propuestas. ..	83
Tabla 15. Información por semanas de producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS en el año 2023.	91

Lista de Figuras

Figura 1. Fases de realización de proyecto	29
Figura 2. Componentes de una cerca 4x6 AZEMBLA.....	31
Figura 3. Diagrama de flujo proceso productivo de línea de retail.....	37
Figura 4. Diagrama Ishikawa del proceso productivo de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS.....	45
Figura 5. Diagrama de flujo proceso productivo de línea de retail.....	77
Figura 6. Gráfico del comportamiento de las horas hombres empleadas en la producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS.....	92
Figura 7. Gráfico de la variación de las horas hombres empleadas en la producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS.....	93
Figura 8. Gráfico del % de utilización de la capacidad instalada en el proceso de producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS.....	94
Figura 9. Gráfico del promedio semanal de OEE en el proceso de producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS.....	95
Figura 10. Gráfico del comportamiento semanal de OEE en el proceso de producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS.....	96
Figura 11. Gráfico del % de rechazos de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS en 8 semanas no consecutivas.	97
Figura 12. Gráfico del % de defectos de rechazos de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS en 4 semanas antes del estudio.....	98
Figura 13. Gráfico del % de defectos de rechazos de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS en 4 semanas después del estudio.	99

Introducción

En esta época de grandes cambios, la implementación de las nuevas tecnologías y optimización de procesos productivos es vital en la contribución para aquellas compañías que buscan ser competitivas y tener una mayor permanencia dentro del sector productivo; se hace importante tener una respuesta rápida a los nuevos desafíos, los clientes nuevos, las oportunidades de negocio, y las necesidades del cliente.

El presente proyecto aplicado bajo la línea de investigación modelos de gestión organizacional es desarrollado y aplicado con el objetivo de optimizar el proceso productivo y recursos de producción de la línea de retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS para de esta manera a través de la gestión del conocimiento asegurar su continuidad y mejora en el tiempo, mediante el incremento de la productiva, el incremento de la eficiencia y la disminución de los costos de producción.

El proyecto se llevó a cabo en el Km5 del sector industrial Mamonal de la ciudad de Cartagena de Indias, en la línea de retail del área de manufactura de la empresa AZEMBLA S.A.S perteneciente al sector plástico y dedicada a la fabricación y comercialización de soluciones arquitectónicas en PVC para el sector de la construcción.

Azembla S.A.S una empresa 100% colombiana fundada en 1997. Desde sus inicios, se ha dedicado a la transformación de materiales termoplásticos de última generación convirtiéndolos en paneles y perfiles, que en conjunto brindan diferentes soluciones arquitectónicas al sector de la construcción con venta en diferentes sectores: marítimo, industrial, vivienda, educación, salud, retail y otros.

La empresa cuenta con cuatro líneas principales de negocios y producción: La primera es una línea de ventanería, otra línea que es la principal, es la línea de sistema constructivo con la cual se puede construir cualquier tipo de edificación, por otro lado la línea de cubiertas o recubrimientos, en donde se manejan tejas termoacústicas y cielos rasos, y la última es la nueva línea conocida como retail, que principalmente es manejada en Estados Unidos y son productos ya ensamblados que se venden en almacenes de grandes superficies; siendo esta última la línea de estudio y desarrollo del presente proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto se tiene estimado una temporalidad de 6 meses aproximadamente donde se realizarán distintos estudios y análisis que nos permitirán conocer la situación actual del proceso productivo de la empresa, identificar oportunidades de mejoras y desarrollar una propuesta de optimización del proceso y recursos de producción donde el mayor beneficiario sea la compañía en estudio.

La metodología utilizada para la elaboración de este proyecto es una metodología de investigación de campo con enfoque mixto: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo; mediante la observación directa se recaudará toda la información que nos permita detectar los problemas asociados a las actividades realizadas en el proceso productivo y luego proceder a la cuantificación de estos, mediante la identificación, evaluación y valoración de estos.

Se utilizarán herramientas propias de la Ingeniería Industrial como lo son: el diseño, análisis, planeación, organización, control, optimización de recursos y procesos con valor agregado del sistema de operaciones. Así mismo, con la aplicación de los conocimientos y herramientas que aporta la Ingeniería Industrial en este proyecto de optimización, se pretende contribuir al desarrollo sostenible, al fortalecimiento económico y competitivo de las

organizaciones colombianas y por ende al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad, evitando así el deterioro social e impulsando bienestar general.

Al finalizar este proyecto se tendrá como resultado un aumento significativo en la productividad y en la eficiencia del proceso productivo, reducción en los costos de producción y la satisfacción del cliente con la entrega de pedidos en fechas pactadas y con excelente calidad, donde la gran beneficiada será la empresa en estudio.

Planteamiento del Problema

AZEMBLA SAS como se mencionó anteriormente es una empresa colombiana con más de 25 años de trayectoria que se dedica a la transformación de materiales termoplásticos para convertirlos en paneles y perfiles, que en conjunto brindan diferentes soluciones arquitectónicas al sector de la construcción.

La empresa cuenta con cuatro líneas principales de negocios y producción: La primera es una línea de ventanería, otra línea que es la principal, es la línea de sistema constructivo con la cual se puede construir cualquier tipo de edificación, por otro lado la línea de cubiertas o recubrimientos, en donde se manejan tejas termoacústicas y cielos rasos, y el último es la nueva línea conocida como retail, que principalmente es manejada en Estados Unidos y se encuentra encargada de la fabricación y comercialización de cercas en PVC para exteriores.

AZEMBLA SAS con su línea de retail viene en crecimiento con altos índices de proyección nacional e internacional para la industria del PVC y es por esto que buscando cumplir con cada uno de los compromisos adquiridos por parte del área comercial en la línea retail, la empresa dedica la línea actualmente a producir dejando a un lado factores importantes como costos de producción, optimización de procesos y la eficiencia de la línea. Se puede evidenciar a partir del trabajo de campo realizado que los procesos de producción no se encuentra estandarizados: se evidencian tiempos de ciclos de producción elevados, esperas y retrasos en el proceso, secuencias incorrectas en las operaciones, el despilfarro de la materia prima, la inadecuada distribución en planta para la operación, sumado a la falta de organización y aseo en los puestos de trabajo, situaciones que permitieron hallar reprocesos en cada una de las actividades de la línea de producción, la acumulación de desperdicios, así como dificultades en

los tiempos de entrega oportunos del producto final que generar afectaciones de manera directa en los costos de producción, la productividad y la eficiencia de la línea.

Lo anterior da origen a la necesidad de la aplicación distintas herramientas de la ingeniería industriales para presentar soluciones concretas a los diferentes problemas que se ve sujeta la línea de producción.

El objetivo principal de este proyecto es optimizar las operaciones y los recursos de producción de la línea retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS para incrementar la eficiencia, la productividad y disminuir los costos de producción. Al abordar los problemas mencionados anteriormente, se busca lograr los siguientes resultados

Al abordar este objetivo, se espera obtener una línea de producción más eficiente, capaz de entregar productos de alta calidad en tiempos reducidos y con una mayor capacidad de adaptación a las necesidades del mercado. Esto puede resultar en una mejora significativa en la competitividad de la empresa y en la satisfacción del cliente.

Por lo tanto, surge una necesidad que nos lleva a basar este proyecto aplicado en la siguiente pregunta problemática:

¿Cómo optimizar la operación y los recursos de la línea de retail en la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS buscando reducir los costos de producción e incrementar la productividad y eficiencia de la línea?

Justificación

La globalización y la competitividad enfrentan la industria tradicional y artesanal a diferentes problemáticas como lo son la importancia de optimizar los recursos o las materias primas, sobre todo en las pequeñas empresas, al igual, al tener una gran cantidad de competidores, hace que los consumidores cambien sus requisitos rápidamente. Mejorar la producción y la calidad de los procesos es desde ya hace unas décadas una cuestión fundamental para la supervivencia de las empresas (Fernández García, 2013).

En la actualidad las empresas de producción colombianas se esfuerzan en aprovechar al máximo los recursos con los que cuenta, con el objetivo de aumentar la productividad y la eficiencia y también para reducir los costos operativos generales.

Este objetivo lleva a las empresas del país hacia una constante evolución, entendiendo el uso de la tecnología como base fundamental en la resolución de problemas en los cuales el recurso humano no es suficiente, como, por ejemplo, en la puesta en marcha de herramientas que impulsan la optimización de procesos industriales.

No tener control de los procesos, no manejar estándares de calidad, tener desperdicios en tiempo de producción y hacer una mala utilización de los equipos son, entre otros, algunos de los principales inconvenientes que afrontan las compañías nacionales, especialmente las Pymes, en materia de productividad. (Revista semana 2018).

El presente proyecto de investigación está centrado en la optimización de los procesos y recursos de la línea retail del área de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS.

Azembla S.A.S una empresa 100% colombiana fundada en 1997. Desde sus inicios, se ha dedicado a la transformación de materiales termoplásticos de última generación convirtiéndolos

en paneles y perfiles, que en conjunto brindan diferentes soluciones arquitectónicas al sector de la construcción con venta en diferentes sectores: marítimo, industrial, vivienda, educación, salud, retail y otros.

La empresa cuenta con cuatro líneas principales de negocios y producción: La primera es una línea de ventanería, otra línea que es la principal, es la línea de sistema constructivo con la cual se puede construir cualquier tipo de edificación, por otro lado la línea de cubiertas o recubrimientos, en donde se manejan tejas termoacústicas y cielos rasos, y la última es la nueva línea conocida como retail, que principalmente es manejada en Estados Unidos y son productos ya ensamblados que se venden en almacenes de grandes superficies; siendo esta última la línea de estudio y desarrollo del presente proyecto.

Gracias a los avances tecnológicos, las empresas pueden desarrollar de mejor manera sus procesos y eliminar pasos improductivos incrementando la productividad y la eficiencia. Con el desarrollo y aplicación de este proyecto se busca contribuir a la resolución de los problemas de optimización de proceso y recursos existentes en la línea de retail del área de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS; se delimita en el área producción de la empresa esto teniendo en cuenta que el resultado final será una propuesta donde se indique un plan de optimización que permita aumentar la productividad y la eficiencia de la línea de producción y una disminución en los costos.

El proyecto tiene una importancia práctica y está fundamentado en analizar la situación actual de los procesos existentes en la empresa a través de la aplicación de distintas herramientas como diagramas de flujos, distribución de planta, estudio de métodos y tiempos, estudio de movimientos. Identificar las posibilidades de mejoras y planear una propuesta a través de

distintas técnicas que permita eliminar tiempos muertos, transportes innecesarios, cuellos de botellas, reprocesos, actividades y movimientos ineficientes.

El desarrollo de este proyecto es importante, porque a través de la optimización del proceso y de los recursos se ayuda a la empresa tanto en la eficiencia como en la productividad eliminando, cambiando y mejorando los procesos de la misma. Es importante señalar que la investigación a realizar beneficia de gran forma a la empresa en general porque permitirá tomar decisiones acertadas y oportunas por el mejoramiento de los procesos.

Realizar este proyecto es importante en la empresa, ya que permite obtener una ventaja competitiva y un beneficio general en la empresa; lo cual define la validez de este proyecto al optar por la optimización de los recursos y del proceso productivo, lo que generará el aumento en la productividad, mayor eficiencia y rendimiento en la empresa.

Al finalizar este proyecto se tendrá como resultado un aumento significativo en la eficiencia del proceso productivo, reducción en los costos de producción y la satisfacción del cliente con la entrega de pedidos en fechas pactadas y con excelente calidad, donde la gran beneficiada será la empresa en estudio.

La investigación tiene una limitante de tipo temporal ya que en el desarrollo de este proyecto se contó con un tiempo total de 6 meses aproximadamente y una limitación normativa; ya que la empresa por procesos internos de confidencialidad de la información no suministra algunos datos.

La realización de este proyecto resulta factible y viable de desarrollarse, ya que la empresa AZEMBLA SAS será la principal beneficiada, permitiendo luego de terminado el proyecto ser eficiente.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un estudio que permita diseñar un plan de optimización de las operaciones y recursos de producción de la línea de retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS para incrementar la productividad y eficiencia y disminuir los costos de producción.

Objetivos Específicos

Realizar recolección de información primaria con el fin de llevar a cabo un diagnóstico del proceso de fabricación de la línea de retail de la planta de manufactura.

Identificar oportunidades de mejoras en el proceso de la línea de retail y seleccionar modelos de optimización que permitan evaluar la productividad a través de las herramientas de mejora continua y manufactura esbelta.

Diseñar una propuesta de mejora y aplicación de modelos de optimización para las operaciones y recursos de producción de la línea de retail de la planta de manufactura.

Divulgar al personal que hace parte del proceso los resultados obtenidos luego de ejecutar la propuesta de mejora.

Marco Conceptual y Teórico

Vivimos en un mercado altamente dinámico. La implementación de las nuevas tecnologías y optimización de procesos productivos es vital en la contribución para aquellas compañías que buscan ser competitivas y tener una mayor permanencia dentro del sector productivo; se hace importante tener una respuesta rápida a los nuevos desafíos, los clientes nuevos, las oportunidades de negocio, y las necesidades del cliente.

Esto lleva a que las organizaciones industriales se encuentren en una constante búsqueda por mejorar los procesos productivos, utilizando diferentes recursos como apoyo, las cuales son cada día más importantes a medida que aumenta la producción y los avances tecnológicos con el propósito de obtener mayor rendimiento de los recursos existentes y así aumentar su productividad.

La optimización de la línea de producción es un proceso clave para mejorar la eficiencia y la productividad en una empresa manufacturera. De acuerdo con la problemática planteada en el proyecto, el aspecto a recalcar y las temáticas a tener en cuenta sobre la optimización de operaciones y recursos, el incremento de la productividad y la eficiencia permitirá solucionar las diferentes causas de la problemática presente en la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, llevando a la optimización y mejora continua del proceso.

Con la finalidad de ampliar los conocimientos y tener un mayor entendimiento acerca de las herramientas utilizadas para mejorar los procesos desde el punto de vista de satisfacer todas las necesidades del cliente, aumentar la productividad y eficiencia, y disminuir los costos productivos; a continuación, se citan las definiciones que sirvieron de apoyo conceptual.

Para llevar a cabo las operaciones de producción en una industria de manufactura es fundamental comprender el contexto en que se basa cada uno de los procesos que la conforman para la transformación de materias primas a productos terminados o semiterminados, por ello se relaciona el concepto de proceso, como lo define según (Mallar, 2010) un proceso es una serie de actividades de trabajado interrelacionadas las cuales se clasifican por necesitar ciertos insumos y actividades concretas que agregan valor para la obtención de resultados, de esta manera se da a conocer que las organizaciones se mueven por medio de la productividad, ya que esta es la conexión entre la capacidad de producción de un sistema productivo y los recursos que son utilizados, (Tomás Fontalvo Herrera, 2018) se entiende como la manera como se emplean los factores de la producción en la elaboración de productos y servicios con el objetivo de obtener los mejores resultados.

Herrán (2008) indica que la optimización de procesos es fundamental en todas las empresas, y plantea la planificación de producción como una opción para optimizar procesos porque una planificación de producción presenta varias estrategias, modelos y pasos para mejorar las actividades de una empresa.

González (2008) en su informe sobre el análisis de procesos nos explica que la optimización permite despertar el potencial latente en los procesos mediante análisis específico y el desarrollo de variantes de optimización. No minimizar actividades creadoras de valor y conseguir más ventajas competitivas con tiempos de recorrido optimizados. Además de determinar el análisis y evaluación del giro de negocio, y en la preparación y seguimiento de los cambios organizativos.

La organización internacional para la estandarización ISO 9000:2005 describe a la productividad como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las

cuales transforman elementos de entrada en resultados (Organización internacional para la estandarización ISO/TC 176, 2008).

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado. Es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para lograr determinados niveles de producción. Cuanto mayor sea la productividad de nuestra empresa, menor serán los costes de producción y, por lo tanto, aumentará nuestra competitividad dentro del mercado, (Cruelles, 2012). Por otro lado, Cruelles (2012) también se refiere a la productividad como un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla.

El marco teórico y conceptual de la optimización de operaciones y recursos de producción de la línea retail de la empresa AZEMBLA SAS abarca aspectos como el diseño de la línea, la gestión del tiempo y el inventario, el equilibrio de la línea, la mejora continua y la implementación de tecnología y automatización. Estos conceptos y técnicas son fundamentales para lograr una línea de producción eficiente y productiva.

- **Lean Manufacturing:** Presenta los principios y herramientas del Lean Manufacturing, una metodología que se centra en eliminar el desperdicio y mejorar continuamente los procesos. Esto puede incluir conceptos como el Just-in-Time (JIT), la producción en células de trabajo y la estandarización de procesos.
- **Optimización de la cadena de suministro:** Analiza cómo optimizar los procesos de la cadena de suministro, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto final. Esto puede incluir técnicas

como la planificación de la demanda, la gestión de inventarios y la selección de proveedores.

- **5S:** “Las 5S forman una parte esencial para la implantación de cualquier programa de manufactura esbelta, pues implica sumar esfuerzos para lograr beneficios, manteniendo el lugar de trabajo bajo condiciones tales que logre contribuir a la disminución de desperdicios y reprocesos, así como mejorar la moral de las personas”. (Villaseñor & Galindo, 2007, p. 79) “El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito”. (Matías & Idoipe, 2013, p. 36).

- **Ingeniería de Métodos (2009).** La Ingeniería de métodos es, aquella aplicada en los procesos productivos para establecer mejoras, tal como lo menciona el autor Benjamín W. Niebel 2009: “Es una técnica para aumentar la producción por la unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción en otras palabras la mejora de la productividad” (p.3)

- **Diseño de la línea de producción:** Esto implica la configuración y disposición de las diferentes etapas y actividades en la línea de producción. Se deben considerar factores como el flujo de materiales, el equilibrio de la línea, la secuencia de operaciones y la distribución del espacio.

- **Tiempos y métodos de trabajo:** Es necesario analizar y determinar los tiempos requeridos para cada operación en la línea de producción,

así como los métodos de trabajo más eficientes. Esto se puede lograr mediante el estudio de tiempos y movimientos, la aplicación de técnicas como el cronometraje y la observación directa de las tareas.

- **Gestión de inventario:** La optimización de la línea de producción también implica una gestión eficiente del inventario. Esto implica controlar los niveles de inventario, minimizar los tiempos de espera y evitar el exceso de stock. Se pueden utilizar métodos como el Justo a Tiempo (JIT) y sistemas de gestión de inventario basados en la demanda prevista.

- **Equilibrio de la línea:** El equilibrio de la línea busca distribuir de manera equitativa las tareas y operaciones entre los diferentes puestos de trabajo o estaciones de trabajo en la línea de producción. Esto ayuda a evitar cuellos de botella y desequilibrios que puedan generar ineficiencias. Se pueden utilizar herramientas como el diagrama de precedencia y las técnicas de programación lineal para lograr un equilibrio óptimo.

- **Distribución en planta:** La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Esta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección del trabajo.

- **Kaizen:** según su creador Masaki Imai, esta palabra significa “cambio para mejorar”, y es una técnica que promueve una cultura de cambio

constante para evolucionar hacia mejores prácticas. La mejora continua, que plantea el método, consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados, quienes constituyen el capital más importante, ya que su capacidad para pensar puede extender ilimitadamente el aporte que puedan realizar, comenzando por el hecho de que son ellos quienes están en permanente contacto con el medio de trabajo, en la mejor posición para captar los problemas y como tal en la mejor posición para idear las soluciones o sugerencias de mejoras. Esta técnica Comprende tres componentes esenciales: “el primero es la percepción, se trata de descubrir los problemas; el segundo componente es el desarrollo de ideas o hallar soluciones creativas; y el tercero es la toma de decisiones, implantación y comprobación de sus efectos, es decir que cuando se presenta un problema, el proceso productivo se detiene para analizar las causas, tomar las medidas correctoras y llegar a la solución para aumentar la eficiencia del sistema productivo”.

- **Kanban:** La expresión Kanban significa “tarjeta” o “registro visible”, es una tarjeta u otro sistema (sistemas electrónicos y órdenes procedentes de programas informáticos) que contienen información que sirve para ordenar una acción específica. Controla el flujo de materiales y de información. Se usan para solicitar del proceso o suministro anterior una cantidad de piezas que deben ser repuestas por haber sido ya consumidas. En estas tarjetas figuran datos que identifican el suministro solicitado (pieza, código, cantidad de lotes, tamaño del lote, centro que lo solicita, cantidad a producir, etc.). Este ayuda a reducir los

desperdicios, organizar las áreas de trabajo y evitar la sobreproducción y reducir los inventarios mediante un estricto control de una etapa a las siguientes.

- **Estudio de tiempos:** El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

- **Diagrama de flujo:** El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones. El diagrama de flujo se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos. El diagrama de flujo además de registrar las operaciones e inspecciones muestra las siguientes actividades: transporte, representado con una flecha; almacenamiento, el cual se representa con un triángulo equilátero sobre uno de sus vértices; y demora, la cual se representa con una letra D mayúscula.

La optimización de una línea de producción es un proceso continuo y en constante evolución. Se requiere un enfoque sistemático y multidisciplinario para identificar y abordar las áreas de mejora, con el objetivo final de lograr una mayor eficiencia, calidad y rentabilidad en la producción. Las fuentes consultadas tienen como características proponer soluciones para mejorar los procesos de producción de las empresas; aplicando una serie de técnicas, métodos y herramientas de ingeniería que llevara a conclusiones y recomendaciones.

De acuerdo con el análisis de cada uno de los conceptos e investigaciones realizadas, la optimización de los procesos es importante en toda empresa, ya que permite minimizar costos, maximizar el rendimiento obteniendo una ventaja competitiva y un beneficio general en la empresa; lo cual define la validez de este proyecto al optar por la optimización del proceso productivo, lo que generará el aumento de producción, menos problemas de calidad, mayor efectividad y rendimiento en la empresa.

Metodología

Este proyecto de opción de grado se desarrolló en el KM 5 del sector industrial Mamonal de la ciudad de Cartagena de Indias, en la línea de retail del área de manufactura de la empresa AZEMBLA S.A.S perteneciente al sector plástico y dedicada a la fabricación y comercialización de soluciones arquitectónicas en PVC para el sector de la construcción.

La metodología para la elaboración de este proyecto es una metodología de investigación de campo con enfoque mixto; el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. Con esta metodología mixta se logra obtener a través de la observación directa toda la información necesaria que permita recaudar información e identificar los problemas asociados a las actividades productivas, para luego proceder con la cuantificación de los mismos, describirlos, caracterizarlos, explicar causa y efectos y eliminarlos, y posterior a esto, de manera cualitativa investigar las posibles soluciones.

Se realizarán investigaciones de campo cuando se necesite recopilar información de las operaciones de la línea de retail, visitando la planta y revisando su proceso, métodos de campo cuando se requiera estudiar informes de producción, calidad y gerencia, en los cuales hay datos relevantes sobre el problema a resolver.

Con el propósito de visualizar el panorama actual del proceso de fabricación de las cercas en la línea de retail se analizarán aspectos de las operaciones utilizando herramientas como:

- Observación en campo.
- Archivos y registros propios de la empresa AZEMBLA SAS
- Artículos de revistas científicas, tesis de grado de proyectos

relacionados.

- Entrevistas.
- Encuestas

La principal fuente de información del proyecto será la compañía AZEMBLA SAS directamente. Se utilizarán distintas herramientas y métodos propios de la ingeniería industrial como también herramientas tecnológicas como cámaras de videos y fotográficas, computadores portátiles. La población que abarca este proyecto aplicado corresponde al proceso productivo y los empleados de la línea de retail de la empresa en AZEMBLA, quienes también serán los principales beneficiarios. Se incluyó el 100% de los colaboradores pertenecientes a la línea de retail para el desarrollo de este proyecto.

El proyecto cuenta con fuentes de información primarias y secundarias, las fuentes primarias serán aquellas a las que se tendrá acceso directo al momento de recopilar la información y las fuentes secundarias son aquellas que destinan a trabajos y desarrollos preliminares, los cuales atribuirán al desarrollo de la investigación, entre las que se resalta la bibliografía sobre técnicas y modelos de aprendizaje, la bibliografía, las referencias sobre problemáticas similares, con el fin de analizar sus propuestas, analizar mejor las causas y darles veracidad a los mismos.

El desarrollo del proyecto se estructuró en cuatro fases secuenciales con una duración de 6 meses aproximadamente:

Fase 1: Recolección de información primaria: Se realizó un diagnóstico a las distintas etapas que componen la línea de retail para recabar información acerca del proceso de fabricación de cerca 4x6 en la línea. Además, se realizaron entrevistas con los actores

involucrados, de modo que se puedan definir cuáles son los procesos y actividades dentro de la línea de producción.

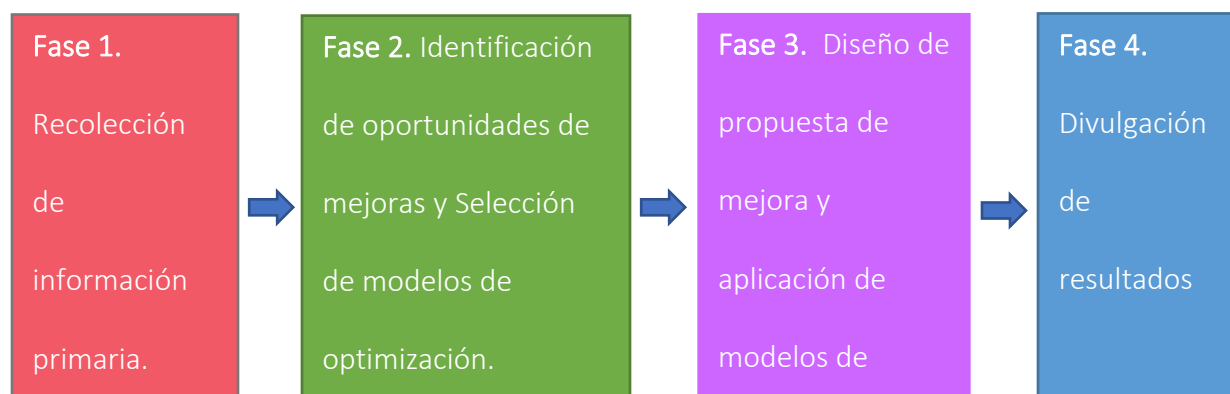
Fase 2: Identificación de oportunidades de mejoras y Selección de modelos de optimización: Evaluar la productividad a través de las herramientas de mejora continua y manufactura esbelta: Se utilizaron estas herramientas, con el fin de detectar las falencias, ineficiencias y cuellos de botella del proceso productivo de la línea de retail. Luego de esto se analizaron las causas de cada uno de los problemas encontrados.

Fase 3: Diseño de propuesta de mejora y aplicación de modelos de optimización Se evaluó la planta y el proceso productivo con el fin de detectar los problemas que se presentan para cada uno de los parámetros de las 5S's y demás herramientas de optimización y del lean manufacturing utilizados dentro del sistema productivo.

Fase 4: Divulgación de resultados: Se diseñó un nuevo escenario con el cual se pretendió representar mejoras tanto en el área del proceso productivo como en el organizacional.

Cabe destacar que dentro de cada etapa se desarrollaron una serie de actividades secuenciales y/o diferenciadas, con el fin de obtener resultados y análisis integrales, que permitan contar con observaciones. Las etapas se desarrollaron en la siguiente forma:

Figura 1. Fases de realización de proyecto



Nota. La figura muestra las cuatro fases en que se encuentra organizado el desarrollo del proyecto optimización de operaciones y recursos de producción en la línea de retail de la planta de manufactura de la empresa Azembla. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Análisis de la Situación Actual de la Línea de Retail de la Planta de Manufactura.

Características Generales de la Empresa

Azembla S.A.S una empresa colombiana, fundada en 1997, con sede en la ciudad de Cartagena de Indias. Se dedica a la transformación materiales termoplásticos de última generación convirtiéndolos en paneles y perfiles, que en conjunto brindan diferentes soluciones arquitectónicas al sector de la construcción con venta en diferentes sectores: marítimo, industrial, vivienda, educación, salud, retail y otros.

La empresa cuenta con cuatro líneas principales de negocios y producción: La primera es una línea de ventanería, otra línea que es la principal, es la línea de sistema constructivo con la cual se puede construir cualquier tipo de edificación, por otro lado, la línea de cubiertas o recubrimiento en donde se manejan tejas termoacústicas y cielos rasos, y la última es la nueva línea conocida como retail, que principalmente es manejada en Estados Unidos, y se encarga de la fabricación de productos ya ensamblados donde se destacan las cercas en PVC que se venden en almacenes de grandes superficies; y siendo esta ultima la línea de estudio y desarrollo del presente proyecto.

Línea de Producción de Retail de la Planta de Manufactura de AZEMBLA SAS

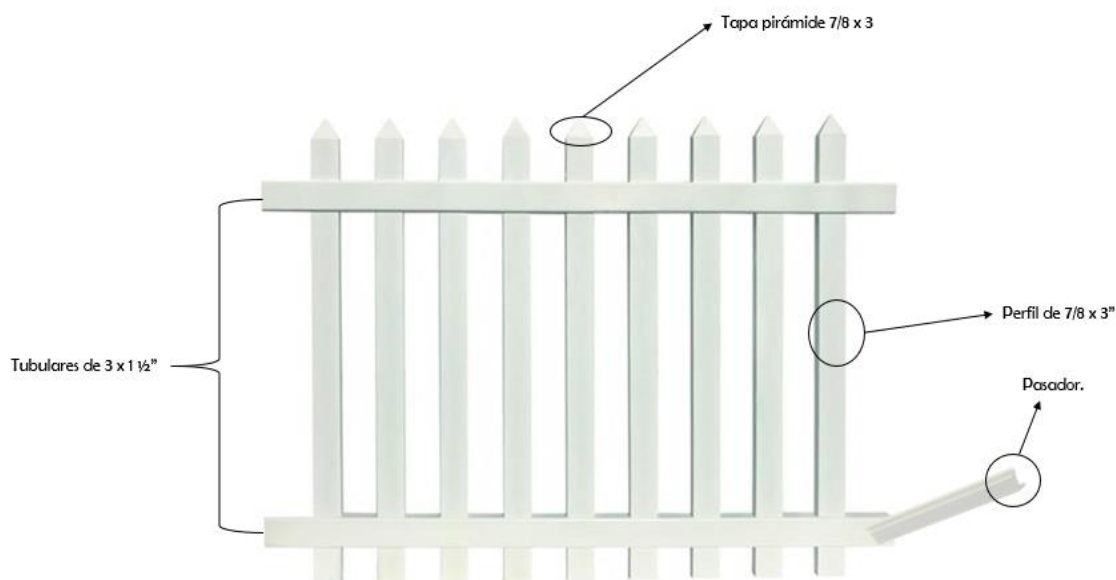
El principal producto de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS corresponde al kit de cercas en PVC, donde el principal cliente es el mercado americano, siendo las cercas en PVC el mayor ingreso para Azembla en el mercado retail.

Las cercas de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS están hechas de cloruro de polivinilo (PVC), una resina termoplástica que se combina con micro-ingredientes para darle a la cerca de PVC color, textura, resistencia al impacto, flexibilidad y durabilidad. El sistema de cercas Azembla está diseñado como un kit con las especificaciones de armado fácil paso a paso,

que apoyan el empeño estético y funcional en muchas casas, conjuntos o espacios comerciales, estas cercas cuentan con características especiales: no se degrada, no lo atacan las plagas, no se pudre o decolora por su protección UV, es aislante de temperatura y electricidad, por lo que es altamente seguro en cualquier espacio y clima permitiendo que sea una gran solución para cerramientos, jardines, pérgolas, corrales o zonas verdes.

- **Componentes de una cerca AZEMBLA 4 x 6**

Figura 2. Componentes de una cerca 4x6 AZEMBLA.



Nota. La figura representa los elementos que componen una cerca 4x6 AZEMBLA.
Elaborado por: Carlos Jurado Gamarra (2023)

Adicional a esto la cerca va empacada en una bolsa de polietileno con una etiqueta que contiene las especificaciones de esta, y embalada en una estiba de madera.

Situación Actual de la Línea de Retail

Para realizar un primer diagnóstico de las condiciones actuales de la línea de retail del área de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS inicialmente se realizó una búsqueda de las distintas herramientas y técnicas que nos ofrece la ingeniería industrial, y que nos permitirán conocer y evaluar el estado inicial del proceso de cercas de la línea de retail.

Entre estas herramientas y técnicas, se seleccionó la entrevista como puente de obtención de información de valor entre cada uno de los involucrados, la observación de campo como medio para conocer un poco más el proceso productivo de la producción de cercas en PVC e identificar directamente las necesidades, las falencias que existen en el proceso y también las oportunidades de mejoras del mismo; diagrama de flujo de proceso para organizar e interpretar la información de manera más dinámica, diagrama Ishikawa para presentar de manera visual la problemática general y las principales causas halladas, estudio de métodos y tiempos para medir el trabajo, metodología 5s y otras herramientas propias del lean Manufacturing.

Descripción del Proceso Productivo Actual

En el proceso de producción de cercas en la línea de retail de la empresa AZEMBLA SA se identificaron varias etapas que componen el proceso productivo, las cuales se describirán a continuación:

- 1. Recepción de materiales y alistamiento de máquinas:** El proceso de producción de cercas inicia con la recepción de materiales y alistamiento de maquina por parte de los operarios. Aquí cada uno de los operarios de las distintas estaciones de trabajo deben verificar y garantizar que se tengan disponibles y en buenas condiciones todos los materiales, máquinas y herramientas necesarias para dar inicio al proceso de producción de las cercas en PVC.

2. Corte de perfiles de 7/8 x 3: En esta etapa un operario encargado de una sierra semiautomática se encarga de cortar los perfiles de la referencia 7/8 x 3” que se requieren utilizar para producir las cercas, de acuerdo con la solicitud que se entregue por parte del coordinador. Para esto inicialmente debe cuadrar la medida a la que se requiere cortar los perfiles (1115mm) y garantizar que esta se mantenga y no presente variaciones.

3. Corte de perfiles de 3 x 1 ½”: Al igual que en el numeral 2, en esta etapa un operario encargado de una sierra semiautomática se encarga de cortar los perfiles en este caso de la referencia 3 x 1 ½” que se requieren utilizar para producir las cercas, de acuerdo con la solicitud que se entregue por parte del coordinador. Para esto inicialmente debe cuadrar la medida a la que se requiere cortar los perfiles (1720mm) y garantizar que esta se mantenga y no presente variaciones.

4. Troquelado de perfiles de 3 x 1 ½”: En esta etapa el operario de la maquina CNC procede a ingresar los tubulares de 3 x 1 ½” ya cortados en la sierra a la máquina CNC para que esta realice el troquelado que se requiere y por donde debe ingresar el perfil de 7/8 x 3”. Para luego pasar a la fase de ensamble (N°7).

5. Soldadura de tapa pirámides 7/8 x 3”: por otro lado, el operario de maquina ultrasonido procede a realizar el proceso soldadura de la tapa pirámide 7/8 x 3” en el perfil de 7/8 x 3” cortado en el numeral 2. Este proceso de soldadura ultrasónica se da a través de un movimiento vibratorio en la superficie de la bocina y que se transfiere a la pieza. Las vibraciones se mueven a través de

la pieza y crean fricción en la interfaz entre las partes. Creando calor y luego fundiéndose. Cuando se enfría, se forma una soldadura.

6. Taladrado/perforado de perfiles 7/8 x 3”: El perfil con la tapa pirámide pegada que resulta de la fase anterior, es perforado en el taladro de banco a la medida que se requiere. Por esta perforación debe pasar un pasador de PVC que le dará estabilidad a la cerca al momento de ensamblar los tubulares troquelados con los perfiles.

7. Ensamble/armado de cercas. En esta fase se toman dos tubulares 3 x 1 ½” anteriormente troquelados en la maquina CNC, 9 perfiles de la referencia 7/8 x 3” y 2 pasadores en PVC y se procede con el ensamble de la cerca; donde en una mesa se ingresan los perfiles de 7/8 x 3” por los orificios de los tubulares de 3 x 1 ½” y luego se ingresan los pasadores en los agujeros que se realizan en la fase 6 que brinda estabilidad a la cerca.

8. Corte y sellado de bolsa de polietileno: En esta fase se corta del rollo de polietileno el tramo de bolsa que se utilizará para empacar la cerca ensamblada en la fase 7. Posterior a que la bolsa se corta se debe sellar en uno de sus lados en una selladora manual, dejando por sellar uno de sus lados (por donde debe ingresar la cerca que posteriormente se empacará)

9. Empaque de cercas. La cerca debidamente ensamblada se empaca en una bolsa de polietileno que se realiza en la fase anterior, y luego de que la cerca se encuentra dentro de la bolsa, se procede a sellar la bolsa del lado pendiente.

10. Termoencogido de material de empaque: La cerca ya empacada pasa por una máquina de termoencogido para dar un acabado final que brinde una apariencia limpia y profesional, además de protegerla durante el transporte y almacenamiento.





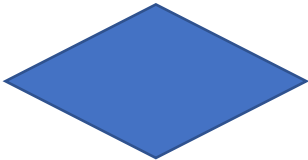
11. Estibado de producto empacado. Posterior a que las cerca pasan por el túnel de termoencogido se deben agrupar en grupo de 28 unidades y se ingresan a un guacal de madera, donde se coloca zuncho, grapa y se termina de embalar para su posterior entrega a logística.

12. Entrega de producto estibado al área de logística: Con ayuda de un transpaleta manual, las estibas son movidas hasta el área de logística para su posterior almacenamiento y despacho al cliente.

Diagrama de flujo de proceso productivo

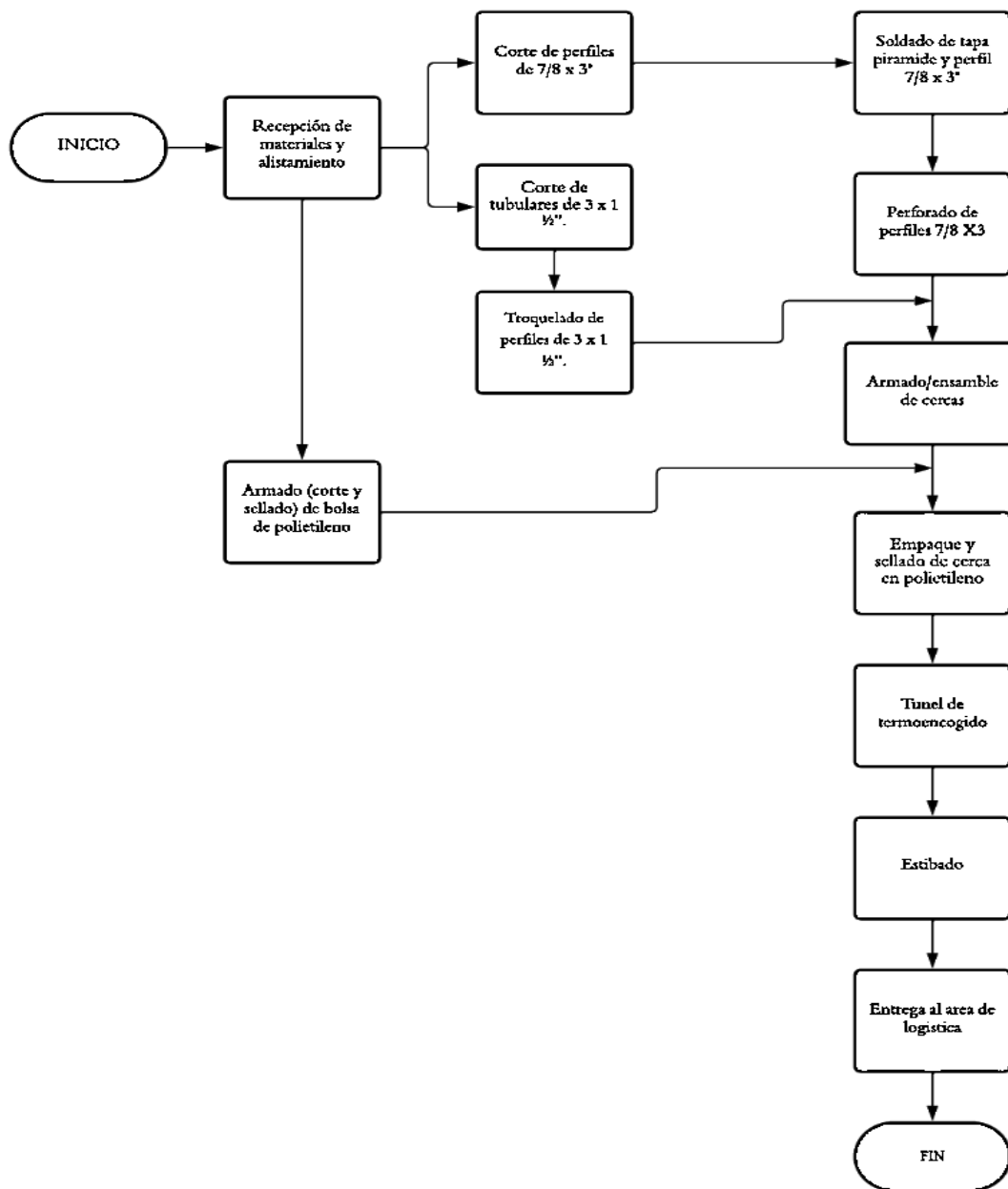
Para realizar el diagrama de flujo del proceso de producción de cercas de la línea de retail se empleó una simbología básica, las figuras empleadas son las siguientes:

Tabla 1. Simbología básica empleada en la realización de diagrama de flujo del proceso productivo.

SIMBOLO	NOMBRE	FUNCION
	Inicio/Final	Indica el comienzo o el final de un flujo en el diagrama de procesos.
	Línea de flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada/salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida.
	Proceso	Indica un determinado proceso y sus funciones y actividades.
	Decisión	Nos permite analizar una situación con base en los valores verdadero y falso.

Nota. La tabla contiene cada una de las figuras que se utilizan para la elaboración del diagrama de flujo del proceso productivo de la línea de retail. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Figura 3. Diagrama de flujo proceso productivo de línea de retail.



Nota. La figura corresponde a un diagrama de flujo que representa el proceso productivo de línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

- **Población**

En el proyecto se tuvo una población formada por todos los operarios que componen la línea de retail del área de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS, y el coordinador del área de manufactura.

La línea de retail está compuesta por 1 coordinador de manufactura y 42 operarios divididos de manera equitativa en 3 grupos que trabajan en horarios de turnos de 12 horas; el primer turno inicia sus operaciones a las 7:00 am y culmina a las 7:00 pm, el segundo turno inicia a las 7:00 pm y culmina a las 7:00 am del día siguiente.



Tabla 2. Población del proceso productivo de la línea de retail.



Actividad	Cantidad de trabajadores	Cargo
Corte de perfiles de 7/8 x 3	1	Operario de manufactura
Corte de tubulares de 3 x 1 ½”	1	Operario de manufactura
Troquelado de perfiles de 3 x 1 ½”	1	Operario de manufactura
Soldadura de tapa pirámides.	1	Operario de manufactura
Taladrado/perforado de perfiles	1	Operario de manufactura
Ensamble/armado de cercas.	1	Operario de manufactura
Corte y sellado de bolsa de polietileno	1	Operario de manufactura
Empaque y sellado de cercas en polietileno.	2	Operario de manufactura
Termoencogido de material de empaque.	2	Operario de manufactura
Estibado de producto empacado.	2	Operario de manufactura
Entrega de producto estibado al área de logística.	1	Operario de manufactura
TOTAL OPERARIOS POR TURNOS		14

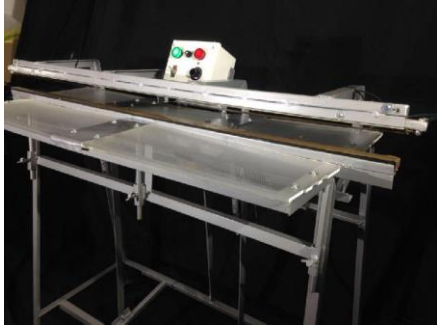

Nota. La tabla contiene la cantidad de operarios que se requieren en un turno de trabajo de 12 horas de acuerdo a las actividades del proceso productivo de la línea de retail. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Maquinaria y Herramientas.

Tabla 3. Maquinarias y herramientas utilizadas en el proceso productivo de la línea de retail de manufactura.

NOMBRE	REFERENCIA	CANTIDAD	IMAGEN	FUNCION / UTILIDAD
Sierra industrial	Tronzadora doble cabezal para aluminio - AC 1050 - KABAN MAKINA SANAYI VE TIC. LTD. STI	1		Es una herramienta que se utiliza para cortar a la medida que se requiera los perfiles y tubulares que componen una cerca en PVC.
Maquina CNC (troqueladora)	CNC ROUTER Full House Machinery	1		Es una máquina que se utiliza para cortar los tubulares de diversas formas, en el proceso de las cercas en PVC se utiliza para realizar cortes en los tubulares, por donde deben ingresar los perfiles.

Ultrasonido	Ultrasonic Assembly Systems 2000 Series Integrated Ultrasonic Plastic Welders IW/IW+ – 1100, 2200 & 3300 Watts	1		Es una máquina que se utiliza para soldar o unir materiales, en el proceso productivo de las cercas en PVC, se utiliza para soldar a los perfiles la tapa pirámide, formando de esta manera un solo cuerpo.
Taladro de banco	Recortadora copiadora de taladrado DE 4050	1		Se utiliza para hacer agujeros muy precisos en los perfiles. Por estos agujeros debe ingresar un pasador que le brinda estabilidad a la cerca.

Selladora	Selladora de bolsas plásticas de pedal 1000mm – Maplascal SAS	1		Se utiliza para realizar a través de la presión y el calor, realizar el proceso de sellado de las bolsas de polietileno en donde se empaca la cerca.
Túnel de termoencogido	Túnel de Termoencogido Verpacken	1		Esta máquina tiene la función de encoger y ajustar la bolsa de polietileno donde se encuentra empacada la cerca. Con este proceso se busca que la cerca ya empacada tenga una apariencia limpia y profesional, además de protegerla durante el transporte y almacenamiento.

Nota. Representa cada una de las máquinas y herramientas utilizadas en el proceso productivo de la línea de retail de manufactura.

Elaborado por: Carlos Jurado Gamarra (2023)

Análisis del Proceso Actual de la Línea de Retail

El proceso de producción de las cercas en PVC de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS al inicio de este proyecto aplicado se realizaba de manera artesanal, no se contaba con un procedimiento establecido para ejecutar correctamente las actividades, y estas se generaban a través de la experiencia y habilidades de cada uno de los operarios. Adicional, no existía ningún tipo de medición de las etapas que componen el proceso productivo.

La línea retail de la empresa AZEMBLA SAS no contaba con controles y herramientas suficientes para mejorar la eficiencia y productividad de la línea; esta falta de controles provocaba disminución en la eficiencia y aumento en los costos de producción de la línea.

Lo anterior hace necesario la realización de un análisis de la situación actual del proceso de la línea retail de manufactura, con la finalidad de encontrar los principales problemas, definir las oportunidades de mejora que se evidencian dentro del ciclo productivo y poder generar una propuesta de mejora para la optimización de éste, buscando minimizar los problemas que están afectando la producción y de esta manera poder incrementar la productividad y eficiencia de la línea de retail y disminuir los costos de producción de la misma.

En la búsqueda de cumplir con este objetivo se realizó un estudio y análisis respaldado en la revisión de material bibliográfico y la recolección de datos en la planta.

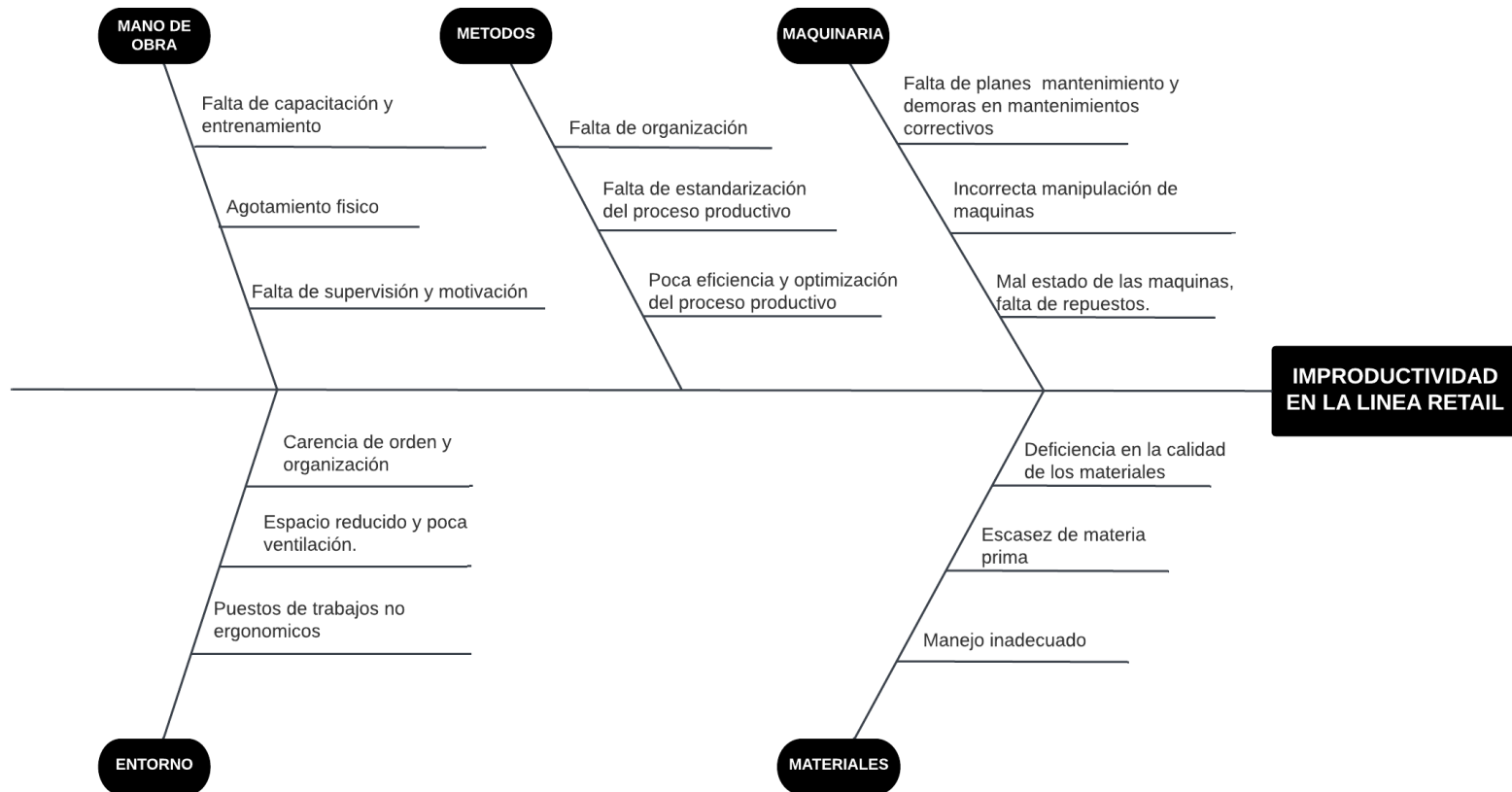
La revisión de tipo bibliográfica se fundamentó en los conceptos de Ingeniería de Métodos y técnicas de toma de tiempos y movimientos, metodología de las 5S y otras herramientas propias de la metodología Lean Manufacturing.

En tanto en la investigación de campo, se recolectó la información de forma directa en la zona de trabajo mediante la observación, entrevistas y cuestionarios al personal de trabajo.

Para identificar las diferentes causas que engloban la problemática principal, se hace uso del diagrama de Ishikawa, herramienta que ayuda a identificar la causa raíz de diferentes factores. Para su realización se empleó la metodología 6M, la cual permite analizar una problemática desde el enfoque de la maquinaria, método, mano de obra o personal, materiales, medio ambiente y la medición.

A continuación, se detalla las causas y el efecto que estas tienen en el proceso productivo de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS:

Figura 4. Diagrama Ishikawa del proceso productivo de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS.



Nota. La figura corresponde al diagrama Ishikawa donde se representan las causas originadas por diferentes factores que engloban la problemática principal que afecta la productividad en la línea de retail. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Al analizar el Diagrama Ishikawa aplicado al proceso de fabricación de cercas en la línea retail de la empresa AZEMBLA SAS se puede evidenciar las siguientes debilidades en el proceso:

Mano de obra: En este rubro se detectaron problemas como la falta de capacitación y entrenamiento en el personal, agotamiento y falta de supervisión y motivación en temas de seguridad, métodos de trabajos y demás temas que no logran disciplina en ellos.

Métodos: Se detectó falta de organización, falta de estandarización del proceso productivo y poca eficiencia y optimización del proceso productivo, lo anterior se puede evidenciar en la carencia de flujos de trabajo y métodos de trabajo utilizados, ni estandarizado sus procesos, por lo que la toma de decisiones con respeto a mejoras continuas no se ha podido lograr anteriormente con éxito.

Maquinaria: Las máquinas presentan obsolescencia esto debido a la falta de mantenimiento, la mala manipulación de las mismas y el tiempo de uso.

Se evidencia que la organización no cuenta con un plan de mantenimiento definido, adicional se detectan demoras en los mantenimientos correctivos y la falta de repuestos, lo cual causa en el proceso fallas continuas e inoportunas y en su efecto paradas en la producción.

Entorno: Se pudo determinar la carencia de limpieza y organización en las áreas de trabajo, el espacio que conforma la línea de producción presenta poca ventilación y es reducido, y por último puestos de trabajos no ergonómicos; todo esto genera que muchas veces los materiales y herramientas de trabajo no se encuentren a la vista y alcance de los

operarios, genera retrasos innecesarios, cansancio, fatiga en el operario, y el bajo rendimiento de estos.

Materiales: En esta sección se descubrió deficiencia en la calidad de los materiales, escasez de materia prima, y manejo inadecuado de los materiales, generando de esta manera paradas del proceso productivo y desperdicios considerables de materia.

Posterior a esto se clasifican las causas generadas en el diagrama y su análisis como altas, bajas y media.

Tabla 4. Prioridades de causas identificadas en diagrama de Ishikawa.

Prioridades altas	Métodos, entorno, materiales, mano de obra.
Prioridades bajas	Maquinaria

Nota. La tabla contiene las prioridades de las causas identificadas a través del diagrama de Ishikawa. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra

Las prioridades que se describen como altas: los métodos, entorno, materiales y mano de obra; se las considera de esta manera, porque son más viables para realizar una mejora involucrando al personal que conforman el proceso y no se requiere de una gran inversión económica para su ejecución, al contrario, se puede ir mejorando con el proceso; en cambio la señalada baja, en este caso maquinaria, requiere de inversión económica e involucran a la administración de la empresa.

Estudio de Tiempos en la Línea Retail

Este estudio se emplea para determinar el tiempo requerido por una persona calificada, trabajando a una marcha normal, para realizar un trabajo específico. Mediante este estudio podemos medir el trabajo y su resultado es el tiempo en minutos que necesitará una persona adecuada a la actividad, e instruida en el método específico para ejecutar esta tarea si trabaja a una marcha normal, a este proceso se lo llama **tiempo tipo**.

Para su ejecución se emplea la técnica de cronometraje mediante observación directa y análisis de videos tomados a los operarios mientras ejecutaban sus actividades, esto último sirvió para analizar con más detalle la forma en que realizaban las actividades los operarios.

Con los resultados obtenidos de este estudio se conoce la capacidad de la línea y el proceso, se logra detectar debilidades y oportunidades de mejoras y conocer el desempeño y eficiencia de los operarios.

Para realizar este estudio de tiempos y determinar el tiempo tipo en cada operación se siguió los siguientes pasos:

1. Obtener y registrar la información necesaria sobre la operación y trabajador
2. Dividir la operación en elementos
3. Observar y registrar el tiempo empleado por el trabajador
4. Determinar el número de ciclos de deben cronometrarse
5. Valorar la actuación de la operación

6. Comprobar que se han cronometrado un número suficiente de ciclos
7. Determinar los suplementos
8. Determinar el tiempo tipo para cada operación.

Inicialmente, se socializó con los empleados la metodología para la realización del estudio, el objetivo que este perseguía, que no era otro que sentar las bases para la estandarización de los procesos productivos de la empresa.

Antes de la toma de tiempos definitiva, hemos realizado un análisis del número de observaciones necesarias, tomando como base 10 observaciones para cada operación, esto buscando tener confianza y certeza de cuál es el tiempo con el que trabajará en el estudio de métodos y tiempos.

A su vez nos apoyamos de la siguiente fórmula estadística con el fin de obtener el número de lecturas que nos brinde un nivel de confianza y precisión.

$$N' = \left\{ \frac{40\sqrt{N\sum X^2 - \sum X^2}}{X^2} \right\}^2$$

Siendo:

N' = número necesario de observaciones

X = lectura de tiempos del elemento medido

N = número de lecturas ya realizadas

Luego de obtener el tiempo normal de las observaciones de cada operación de la línea de retail, se determinan los suplementos, para de esa manera determinar el tiempo tipo de producción de una cerca en la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS.

Por fatiga personal se toma el 9%, esto debido a que el trabajo que se realiza en la fábrica es de pie.

Por el medio ambiente (calor) se toma el 2%.

Por trabajo de pie se toma el 2%.

Tomando en cuenta este análisis, se ha determinado un total de suplementos del 13% para la elaboración del presente estudio.

Tabla 5. Estudio de tiempos realizado en el proceso productivo de la línea de retail.

Actividades	Maquina	T(min)	Suplemento%	Tiempo tipo (min)	Valoración
1. Recepción de materiales y alistamiento	Manual	0,44	13	0,49	100%
2. Corte de perfiles de 7/8 x 3	Sierra	1,8	13	2.03	100%
3. Corte de tubulares de 3 x 1 ½"	Sierra	0,5	13	0,56	100%
4. Troquelado de perfiles de 3 x 1 ½"	Maquina CNC	2,65	13	2,9	100%
5. Soldadura de tapa pirámides.	Ultrasonid o	1,32	13	1.49	100%
6. Taladrado/perforado de perfiles	Taladro de banco	1,85	13	2,09	100%
7. Ensamble/armado de cercas.	Manual	1,89	13	2,13	100%
8. Corte y sellado de bolsa de polietileno	Manual/Se lladora	2,59	13	2,9	100%
9. Empaque y sellado de cerca en polietileno.	Manual	2,07	13	2,3	100%

		Túnel de				
11	Termoencogido de material de empaque.	termoenco	0,55	13	0,62	100%
		gido				
12	Estibado de producto empacado.	Manual	0,71	13	0,80	100%
13	Entrega de producto estibado al área de logística.	Manual	1,3	13	1.46	100%
Tiempo tipo total					18.96	

Nota. La tabla corresponde al estudio de tiempos realizado en el proceso productivo de la línea de retail. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra

La recepción de materiales y alistamiento se realiza al inicio o apertura del turno y tiene un tiempo aproximado de 15 minutos, este tiempo se divide entre la cantidad de cercas que se realizan en turno de acuerdo con el estudio de tiempo y se le asigna a la recepción de materiales y alistamiento un tiempo de 0,44 minutos por unidad de cerca producida.

Como conclusión del estudio podemos decir que el proceso para la fabricación de 1 cerca AZEMBLA 4x6 en PVC en la línea retail tarda 18.96 minutos con aplicación de todos los suplementos necesarios previamente observados.

Análisis General del Estudio de Tiempos y Observación de Campo

- El área de trabajo es reducida y mayormente se encuentra desordenada y sucia, lo cual dificulta la ejecución de las tareas.
- No existe un estándar de tiempo para la ejecución de las tareas.
- Se emplean herramientas inadecuadas y métodos rústicos que dificultan la ejecución de las tareas y aumentan el tiempo de operación.
- Los puestos de trabajo no son ergonómicos.
- Se presentan movimientos innecesarios y redundantes en la ejecución de algunas tareas.
- Se evidenció elevados tiempos de ciclos de producción, esperas y retrasos en el proceso ocasionado por los paros de las maquinarias y algunos procesos desbalanceados, trasladándose en la lentitud de las líneas de producción, influyendo en la satisfacción de sus clientes por la entrega atrasada del producto final.

- Se pudo evidenciar también que en la empresa existen contraflujos de materiales, debido a la secuencia incorrecta de las operaciones, de las máquinas y los procesos en la planta (distribución); repercutiendo en los esfuerzos que realizan los trabajadores en la fabricación de los equipos y maquinarias industriales, que resulta de aumento de movimientos, excesivo transporte de materias primas, alto inventario de materias primas e ineficiente uso de herramientas de trabajo en los procesos.

- Además, la falta de indicadores de gestión de producción y productividad en la empresa genera un desconcierto para todos los colaboradores, ya que, al no contar con indicadores de productividad como productividad hombre/hora, horas hombres trabajadas, nivel de uso de capacidad instalada. no conformidad y eficiencia general de equipos (OEE) no se puede analizar cuan bien se está administrando la empresa, como el uso de los recursos (eficiencia), cumplimiento de los programas (efectividad) y productos sin errores (eficacia).

- Hay una distribución de planta inadecuada según movimientos y desplazamientos que lleva el proceso de producción.

- Ciertos métodos empleados en algunas áreas son inadecuados puesto que exigen más movimientos.

Adicional a lo anterior, durante el proceso productivo también se presentaron diferentes defectos que ocasionan que el producto tuviera que ser reprocesado, actualizado durante el avance del proceso y, en el peor de los casos, rechazado para su venta. Entre los defectos principales en el proceso de producción se pueden encontrar los siguientes casos:

- Perfiles y tubulares con medidas incorrectas.

- Perfiles con tapa pirámide mal pegada.
- Perfiles con la medida de la perforación incorrecta.
- Cercas con bolsa de polietileno rotas y mal termoencogidas.

Tabla 6. Resumen de causas con mayor incidencia en la línea de retail, generadas del estudio de tiempos y observación de campo.

Causa	Oportunidad de mejora
Falta de método de orden y aseo	Implementación de metodología de 5S.
Falta de capacitación del personal sobre manejo de herramientas, maquinas, uso adecuado de materias primas.	Implementación de jornadas de capacitación al personal.

Nota. La tabla contiene un breve resumen de las causas con mayor incidencia en la línea de retail, generadas del estudio de tiempos y observación de campo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

En la anterior tabla se puede observar de manera resumida las causas con mayor incidencia, a partir de toda la información obtenida en el estudio se pueden identificar y realizar propuestas de mejoramiento y optimización de la línea de retail para que el proceso de producción de las cercas de la línea de retail se realice de una manera diferente y eficiente.

Toda esta información se analizó con la finalidad de definir la situación y poder fundamentar con bases firmes el plan de optimización de las operaciones y recursos de

producción de la línea de retail buscando para incrementar la productividad y eficiencia y disminuir los costos de producción.

Se considerarán los principios de la manufactura esbelta para la optimización del flujo del proceso, regulando los movimientos innecesarios, manteniendo las áreas y puesto de trabajador ordenados y estandarizando los tiempos de producción para de esta manera lograr la incrementación de la productividad y disminución de los costos de la línea de retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS.

Propuestas de Mejoras en el Proceso Productivo de la Línea de Retail

Luego del estudio y análisis con cada una de las herramientas utilizadas propias de la ingeniería industrial se decide implementar la metodología Lean manufacturing haciendo un mayor enfoque en la herramientas 5S y método Kaizen puesto que el orden, limpieza y disciplina son requisitos indispensables para realizar e implementar una optimización de proceso, también se decide implementar el método Kanban con el fin de tener un flujo permanente de trabajo y equipos organizados, limitando así la acumulación de actividades y haciendo más autónomos a cada uno de los trabajadores; y, por último, se aplican conocimientos y herramientas propias de la ingeniería industrial.

Con la aplicación de estas herramientas y metodologías se cubren las causas y problemáticas que mayor impacto generan en la línea de retail, permitiéndonos obtener resultados inmediatos y a corto plazo. Por tanto, al ser herramientas bases para optimizar, permitió que los operarios aprendieran a generar una cultura de mejora y a que no se sintieran agobiados a la hora de comprender y utilizar dichas herramientas, pues al ser sencillas de entender y aplicar, motivaron a los trabajadores a seguir implementando, optimizando y mejorando su lugar de trabajo.

Teniendo en cuenta lo revisado e identificado respecto a las principales causas raíz de la empresa, se proponen grandes alternativas de solución que abarcan las principales causas detectadas, de acuerdo a su clasificación (mano de obra, materiales, métodos, maquinaria, mantenimiento y entorno), y basados en conocimientos, herramientas y técnicas de ingeniería industrial, filosofía de mejora continua de los procesos, diseño y disposición de planta, gestión por procesos, entre otros, que permitan atacar las causas raíz

principales y aporten mayores beneficios, eliminando los riesgos y problemática que afectan negativamente los resultados del proceso de producción de la línea retail.

Las siguientes fueron:

- Diseño y e implementación de la metodología de las 5S.
- Diseño e implementación programa de capacitación al personal sobre orden y aseo, metodología 5S, metodología Kaizen y Kanban, manejo de herramientas, maquinas, uso adecuado de materias primas.
- Rediseño y cambio de algunas materias primas por otras que permitan aumentar la productividad de la línea.

Propuestas y Recomendaciones Obtenidas a Través de la Observación de Campo.

A través de la observación de campo se logra evidenciar que existen métodos, etapas del procesos y materiales que se pueden modificar y/o cambiar para hacer del proceso de la línea de retail más versátil, a continuación, con ayuda y asesoría de los diferentes lideres que hacen parte del área y proceso se comparten hallazgos y se realizan recomendaciones que se implementaran buscando mejorar el proceso y cumplir con el objetivo del proyecto.

Tabla 7. Propuestas y recomendaciones generadas a través de la observación de campo

ACTIVIDADES	Maquina	Problemas/Hallazgos	Recomendaciones
1.	Manual	<ul style="list-style-type: none"> Se evidencia demoras en el proceso de alistamiento de máquinas debido al poco orden y aseo que existe. Lo anterior conlleva a que los operarios se demoren al buscando las herramientas para ajustar máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se sugiere implementación de metodología 5s, buscando reducir el tiempo de alistamiento de máquinas por demoras al momento de conseguir las herramientas para su ajuste y la limpieza, producto de ausencia de orden y aseo.
2	Sierra	<ul style="list-style-type: none"> Se evidencia que se puede hacer uso de un disco de corte con un diámetro mayor al actual, que posee diámetro exterior de disco de 420 mm, 	<ul style="list-style-type: none"> Se sugiere hacer cambio de disco de corte de la sierra por uno con diámetro mayor. Se sugiere disco con diámetro

			para de esta manera cortar más perfiles en un mismo corte.	exterior de 550mm permitiendo cortar 2 perfiles al mismo tiempo.
3	Corte de tubulares de 3 x 1 ½"	Sierra	<ul style="list-style-type: none"> • N/A 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
4	Troquelado de perfiles de 3 x 1 ½"	Maquina CNC	<ul style="list-style-type: none"> • Se evidencia que se puede aumentar la capacidad de esta máquina agregando un cabezal adicional para de esta manera realizar más troquelados en los perfiles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere agregar un cabezal adicional a la maquina CNC.
5	Soldadura de tapa pirámides.	Ultrasonido	<ul style="list-style-type: none"> • Se logra evidenciar demoras en el proceso de soldadura de tapas puesto que el operario debe colocar las tapas pirámides dentro de los perfiles para luego pegarlas en la máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teniendo en cuenta que la operación es en línea, se sugiere que el operario de la máquina de taladro sea quien coloque las tapas los perfiles hasta que tenga cierta cantidad, luego se puede

6	Taladrado/perforado de perfiles	Taladro de banco	<ul style="list-style-type: none"> • Se evidencia que el taladro puede ser reemplazado por una máquina de mayores revoluciones que nos permita realizar perforaciones en un menor tiempo. 	<p>pasar a su puesto de trabajo. Con esto eliminamos tiempo a la persona que trabaja en el ultrasonido.</p>
7	Ensamble/armado de cercas.	Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Se evidencia demoras en el proceso de armado de las cercas debido a que el pasador que se utiliza presenta forma rectangular y debe ingresar por orificios circulares lo que 	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere cambiar el taladro por una copiadora, ya que esta maneja mayores revoluciones y permite que las perforaciones se realicen de manera más rápida. • Los pasadores que ingresan dentro de la cerca deben tener un corte en ángulo para que sea mucho más fácil el ingreso a los perfiles.

			hace que el paso del pasador por el perfil sea complicado.	
8	Corte y sellado de bolsa de polietileno	Manual / Selladora	<ul style="list-style-type: none"> • N/A 	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere comprar polietileno que se encuentre precortado y presellado.
8	Empaque de cercas	Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Se evidencia demoras en el proceso de empaque de la cerca debido a que la bolsa de polietileno que se utiliza no viene precortada y/ o cortada y se debe realizar esta actividad con un exacto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere comprar polietileno que se encuentre precortado y presellado.
9	Sellado de cercas empacadas	Selladora	<ul style="list-style-type: none"> • N/A 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A

10	Termoencogido de material de empaque.	Túnel de termoencogido	<ul style="list-style-type: none"> • Se conoce que la principal razón por la cual se realiza esta fase del proceso es para darle un toque de presentación al producto terminado, esto se requiere debido a que el calibre y las especificaciones del polietileno que se utiliza 	<ul style="list-style-type: none"> • Al aplicar una bolsa de menor calibre, no se hace necesario realizar esta actividad. • Adicional a esto un polietileno de menor calibre que nos permita tener un mejor producto empacado, y de esta manera eliminar el proceso de termoencogido.
11	Estibado de producto empacado.	Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Se evidencia que se están realizando muchas enzunchadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se disminuyen las cantidades de zuncho que se les debe realizar al producto terminado. Pasó de 6 vueltas a 4 vueltas.

<p>Entrega de 12 producto estibado al área de logística.</p>	<p>Manual</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se evidencia que esta actividad se realiza con un carro transportador manual por lo que hace que el proceso de transporte sea un poco más demorado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere comprar un carro estibador eléctrico.
---	---------------	---	--

Nota. La tabla contiene hallazgos, así como también propuestas y recomendaciones para cada uno de estos; generados a través de la observación de campo en cada una de las operaciones del proceso productivo de la línea de retail. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra

Propuestas de Optimización de Proceso con Base a la Metodología de las 5s

El principal objetivo de las 5s es mantener y mejorar las condiciones de organización, orden y limpieza, así como mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia. No es por tanto una cuestión de estética, sino más bien una cultura de trabajo, mediante la práctica planificada de los conceptos básicos de la calidad total. La implantación del método de “las 5S” supone un pilar básico para edificar un proceso de mejora continua firme y duradera en la empresa. En tal sentido, esta metodología pretende minimizar la cantidad de tiempo y recursos utilizados en los procesos de fabricación y otras actividades de una empresa, y su énfasis está en eliminar todas las formas de desperdicio. Las 5S tiene por objetivo realizar cambios ágiles y rápidos con una visión a largo plazo, en la que participan activamente todas las personas de la organización para idear e implementar sus mejoras (Piñero et al., 2018). En resumen, la metodología de las 5S tiene como objetivo ayudar a alcanzar un entorno de trabajo seguro, limpio y organizado que incida en el desarrollo las tareas en las empresas, así como mejorar la eficiencia y la calidad de los productos y/o servicios con operaciones sencillas y seguras; dando como resultados mayor productividad, competitividad, rentabilidad y funcionalidad operativa- administrativa de la empresa (Zubia et al, 2018)

La aplicación de la herramienta de mejora continua 5S en la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, contó con 3 etapas, las cuales se detallan en la siguiente figura

Tabla 8. Etapas de la aplicación de metodología 5S.

Planeación y Organización	Implementación	Resultados obtenidos
<p>Presentar el plan de implementación y actividades al coordinador del área.</p> <p>Designar al personal responsable de la implementación de las 5S</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seiri (Clasificar): significa clasificar y eliminar del área del trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por lo tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros. Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. • Seiton (Ordenar): Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de avances • Seguimientos <p>Presentación de los resultados obtenidos.</p>

Capacitar y sensibilizar al personal	<ul style="list-style-type: none">• Seiso (Limpiar): Planificar y designar los responsables de la limpieza. La limpieza implica identificar y eliminar las fuentes de suciedad, los lugares difíciles de limpiar, las piezas deterioradas o dañadas, limpiar a profundidad máquinas, puestos de trabajo, pisos, estantería, etc, para lo que se deben establecer y aplicar procedimientos de limpieza
Adquirir materiales necesarios para la implementación.	

Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.

- **Seiketsu (Estandarizar):** es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “S”. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas, para que pueda ser visto por todos los empleados y así
-

recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

- **Shitsuke (Disciplina):** Asignar responsabilidades.

Shitsuke se puede traducir como disciplina o normalización, y tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada.

Uno de los elementos básicos, ligados a Shitsuke, es el desarrollo de una cultura de autocontrol. El que los miembros de la organización apliquen la autodisciplina, para hacer perdurable el proyecto de las 5'S.

Nota. La tabla contiene las 3 etapas que se crearon para la aplicación de la herramienta de mejora continua 5S en la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Tabla 9. Participación en la aplicación de metodología 5s.

Coordinador del área	Asignar algunos recursos necesarios para la implementación	Escobas y limpiadores. Canastas para organizar Esponjas, cepillos y paños Agua y jabón En general los productos de limpieza
	Líder del proyecto y responsable de dirigir su implementación	Capacitación Asigna responsabilidades y guía ejecución Clasificar lo necesario de lo que no
Personal Producción	Actores de la aplicación de la metodología	Ordenar los elementos clasificados Limpiar herramientas, equipos y pisos. Mantener lo implementado Seguir política 5S

Nota. En la tabla se representa cada uno de los participantes en la aplicación de metodología 5s en la línea de retail de la planta de manufactura y las actividades que cada uno de realizar. Elaborado por: Carlos Jurado Gamarra (2023)

Implementación de Propuestas y Recomendaciones.

Una vez que se implementó la metodología 5S y cada una de las recomendaciones dadas en las actividades que conforman el proceso, se obtuvieron varios beneficios los cuales son: El orden y la limpieza en el área de producción, organización de los materiales y productos, reducción en la búsqueda de herramientas de uso frecuente, mejor aprovechamiento del espacio o zona de trabajo, la implantación de una cultura enfocada a la mejora continua, equipos de trabajos organizados y colaborativos, la calidad de los productos y la flexibilidad a nivel de producción y disminución del tiempo productivo.

Con la capacitación al personal se logró que todo los involucrados obtengan conocimientos sobre mecanismos de mejora, manejo de maquinarias e insumos, permitiendo de esta manera cierta autonomía al momento de realizar sus actividades laborales.

Al realizar dichas mejoras, se buscó y se logró incrementar la productividad y eficiencia y disminuir los costos de producción de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, por ende, se enfocó en los factores controlables por la empresa, como es el caso de los recursos humanos y las estrategias implementadas en el área de producción.

Posterior a esto, se realizó nuevamente la aplicación de un estudio de tiempos, observación del proceso productivo con el fin de obtener información, comparar y conocer los resultados obtenidos.

Tabla 10. Charlas y capacitaciones al personal.

Charlas y capacitaciones a líderes y personal operativo sobre metodología 5s (orden y aseo), manejo de herramientas y correcta utilización de los recursos materiales



Las charlas y capacitaciones fueron impartidas por personal propio de la compañía y personal externo. Hubo participación del personal del area de producción (línea de retail) así como también del personal de logística, mantenimiento, recursos

humanos y calidad quienes de manera indirecta también intervienen en el proceso de la línea de retail.

Nota. Contiene evidencia de las charlas y capacitaciones impartidas al personal que conforma la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, y personal de las demás áreas que tienen influencia en esta. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Tabla 11. Implementación de mejoras en la línea de retail.

Evidencias de mejoras implementas en la línea de retail de la planta de manufactura.



Carros organizadores para
herramientas (por maquina)



Canecas metálicas para organización y
disposición de residuos de la planta.



Gabinetes para guardar los
elementos de aseo de la línea.



Nueva máquina CNC con dos cabezas.

Tablero de productividad

Nota. Contiene evidencia de las mejoras implementadas en la línea de retail de la planta de manufactura, en la búsqueda por optimizar el proceso productivo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Adicional a las mejoras que aparecen relacionadas en el recuadro anterior, también se realizaron los siguientes cambios productos del estudio realizado:

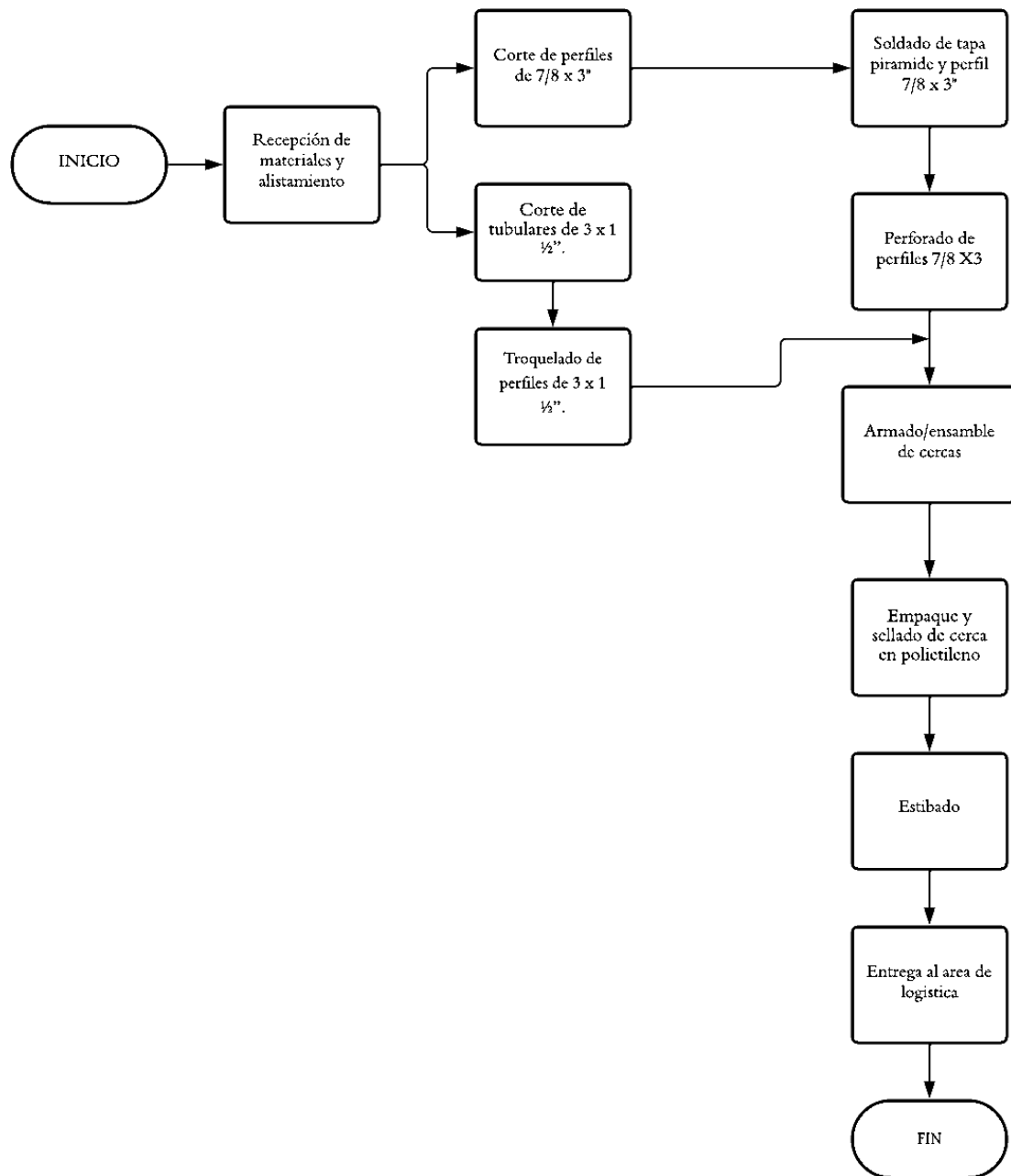
- **Cambio de referencia de polietileno:** se realiza cambio de la referencia del polietileno utilizado para empacar las cercas de la línea de retail, inicialmente se utilizaba polietileno tipo película plana termoencogible con calibre 2.5 y luego del estudio se realizó cambio a rollo tubular precortado y presellado con calibre de 1.8.
- **Eliminación de actividades:** El cambio de referencia de polietileno por una referencia precortada y presellada nos lleva a la eliminación de la actividad número 8 “Corte y sellado de bolsa de polietileno”. También se elimina la actividad número a esto con el cambio de la referencia de polietileno la cerca de 4x6 ya empacada logra cumplir con las especificaciones de embalaje requeridas (aparición limpia y profesional, y adicional protección durante el transporte y almacenamiento) y con esto se hace innecesario realiza la actividad número 11 del proceso

denominada “Termoencogido de material de empaque” el uso del túnel de termoencogido por lo que esta etapa del proceso queda eliminada.

En conclusión, con la implementación de la nueva referencia de polietileno para empaque de la cerca de 4x6 se eliminan 2 actividades del proceso productivo.

Nuevo diagrama de flujo del proceso productivo



Figura 5. Diagrama de flujo proceso productivo de línea de retail



Nota. La figura corresponde a un diagrama de flujo que representa el proceso productivo de línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, luego de la implementación de propuesta del estudio realizado. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Maquinaria y Herramientas.

Tabla 12. Maquinarias y herramientas luego de la implementación de recomendaciones y propuestas

Nombre	Referencia	Cantidad	Imagen
Sierra industrial	Tronzadora doble cabezal para aluminio - AC 1050 - KABAN MAKINA SANAYI VE TIC. LTD. STI	1	
Maquina CNC (troqueladora)	CNC ROUTER Full House Machinery doble cabezal	1	

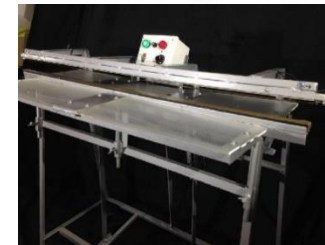
Ultrasonido Ultrasonic Assembly Systems 2000
Series Integrated Ultrasonic Plastic
Welders IW/IW+ – 1100, 2200 & 3300
Watts



Taladro de banco Copiadora Cremonera YILMAZ, mod.
FR 225



Selladora Selladora de bolsas plásticas de pedal
1000mm – Maplascal SAS



Nota. Contiene las nuevas máquinas que se encuentran en la línea de retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS, luego de la implementación de cada una de las propuestas y recomendaciones producto del estudio realizado. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Nuevo estudio de tiempos en la línea de retail

Una vez que se implementó cada una de las propuestas relacionadas a la metodología 5S y cada una de las recomendaciones dadas en las actividades que conforman el proceso de acuerdo a la observación de campo se realiza nuevamente toma de tiempos para conocer el nuevo tiempo tipo.

Tabla 13. Nuevo estudio de tiempos de la línea de retail.

	Actividades	Maquina	T(min)	Suplemento%	Tiempo tipo (min)	Valoración
1.	Recepción de materiales y alistamiento	Manual	0,38	13	0,42	100%
2	Corte de perfiles de 7/8 x 3	Sierra	0,9	13	1.01	100%
3	Corte de tubulares de 3 x 1 ½”	Sierra	0,3	13	0,33	100%
4	Troquelado de perfiles de 3 x 1 ½”	Maquina CNC	1,32	13	1,49	100%
5	Soldadura de tapa pirámides.	Ultrasonido	1,15	13	1,29	100%
6	Taladrado/perforado de perfiles	Taladro de banco	1,30	13	1,46	100%
7	Ensamble/armado de cercas.	Manual	1,59	13	1,79	100%
8	Empaque y sellado de cerca en polietileno.	Manual	2,07	13	2,3	100%
9	Estibado de producto empacado.	Manual	0,50	13	0,56	100%
10	Entrega de producto estibado al área de logística.	Manual	0,35	13	0,39	100%

Tiempo tipo total

11.04

Nota. La tabla corresponde al estudio de tiempos realizado en el proceso productivo de la línea de retail luego de la implementación de cada una de las propuestas y recomendaciones productivo del estudio realizado. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra

Población

Con la implementación de cada una de las mejores que nos permitió de cierta manera optimizar el proceso productivo de cercas en PVC en la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, la población inicial que componía la línea de producción se reduce un 28,5% y queda distribuida de la siguiente manera:

Tabla 14. Población que conforma la línea de retail, luego de implementación de propuestas.

Actividad	Cantidad de trabajadores	Cargo
Corte de perfiles de 7/8 x 3	1	Operario de manufactura
Corte de tubulares de 3 x 1 ½"	1	Operario de manufactura
Troquelado de perfiles de 3 x 1 ½"	1	Operario de manufactura
Soldadura de tapa pirámides.	1	Operario de manufactura
Taladrado/perforado de perfiles	1	Operario de manufactura
Ensamble/armado de cercas.	1	Operario de manufactura
Corte y sellado de bolsa de polietileno		Operario de manufactura
Empaque y sellado de cercas en polietileno.	2	Operario de manufactura
Termoencogido de material de empaque.		Operario de manufactura
Estibado de producto empacado.	2	Operario de manufactura

Entrega de producto estibado al área de logística.	1	Operario de manufactura
TOTAL OPERARIOS POR TURNOS		11

Nota. La tabla contiene la cantidad de operarios que se requieren en un turno de trabajo de 12 horas de acuerdo a las actividades del proceso productivo de la línea de retail, luego de la implementación de las propuestas del estudio realizado. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

La nueva línea de retail está compuesta por 1 coordinador de manufactura y 33 divididos de manera uniforme en 3 grupos de trabajo de turnos de 12 horas; el primer turno inicia sus operaciones a las 7:00 am y culmina a las 7:00 pm, el segundo turno inicia a las 7:00 pm y culmina a las 7:00 am del día siguiente.

Definición y Ejecución de Indicadores de Gestión

Los indicadores clave de rendimiento se definen como un término de la industria para una medida o métrica que evalúa el rendimiento respecto de algún objetivo. Además, se utilizan comúnmente en las organizaciones para medir tanto el éxito como la calidad en el cumplimiento de sus objetivos, la promulgación de los procesos o la entrega de productos y servicios (Barone et al., 2011). Por su parte, Semelci et al. (2012) definen los KPIs como herramientas que muestran el rendimiento de un objetivo en particular y la distancia actual para alcanzar su cumplimiento.

Márquez & Márquez (2012), describe la importancia que tienen los indicadores de gestión dentro de la organización, siendo estos claves para el rendimiento. Los indicadores juegan un papel clave dentro de la organización porque son una visión y a su vez una predicción del futuro, el cual proporciona información relevante, fomenta el rendimiento y la motivación dentro de la empresa. Orientando hacia un pensamiento sistémico de la empresa.

Es importante mencionar que la línea de producción de retail no cuenta con indicadores de gestión para control de sus procesos. Por lo tanto, se trabaja en la definición y elaboración de indicadores de gestión de la producción que nos permitirán monitorear y tener control de cada una de las actividades y el proceso ya optimizado de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS.

Para definir los indicadores a ejecutar nos basaremos en lo siguiente:

- 1. Reducción de los costos de procesos:** La empresa hará, un uso, más productivo de los diferentes recursos del proceso, asimismo, la

reducción del tiempo ocioso de las máquinas y equipos, reducción de inventarios y la mejora la productividad.

2. Calidad de los procesos: Se eliminarán los errores, se maximizará el uso de los recursos y se minimizará las demoras.

3. Productos con mayor calidad: Con ello, la organización obtendrá una ventaja competitiva, artículos fáciles de emplear y sobre todo adaptables a las necesidades del cliente.

Estos tres factores son los que fueron analizados, dado su relevancia en el funcionamiento correcto de la empresa, posteriormente se definieron los objetivos e indicadores, para que al final se dieran a conocer los resultados obtenidos. En base a tres objetivos importantes, se ha elaborado tres indicadores críticos para el control y monitoreamiento de ellos.

Los indicadores importantes a destacar son indicador de productividad horas-hombres, indicador de tasa de utilización de la capacidad, efectividad total de los equipos y tasa de rechazo.

Indicador de Productividad Horas-Hombres.

Este indicador permite evaluar cuánto trabajo se ha realizado en relación con las horas invertidas, lo cual es crucial para determinar la eficacia de un proceso o proyecto.

En pocas palabras, los indicadores de productividad por horas hombre nos ayudan a responder a la pregunta: ¿cuánto trabajo se ha realizado en relación con el tiempo empleado?

La hora hombre se utiliza principalmente para medir la productividad laboral. Además, la hora hombre también es utilizada para calcular los costos laborales. Si se conoce el salario por hora de los trabajadores, multiplicando este valor por el número de horas hombre trabajadas, se puede obtener el costo total de la mano de obra en un período determinado. Esto es importante para calcular los costos de producción y tomar decisiones financieras.

El cálculo de este indicador puede variar dependiendo de la empresa y del área específica que se esté evaluando. Sin embargo, en líneas generales, se puede calcular dividiendo la cantidad de trabajo realizado (medido en unidades de producción, tareas completadas o proyectos finalizados) entre las horas hombre invertidas.

$$\mathbf{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\mathbf{Cantidad\ de\ trabajo\ realizado}}{\mathbf{horas\ hombres\ invertidas}}$$

Indicador de Tasa de Utilización de la Capacidad Instalada

La tasa de utilización de la capacidad es la relación entre la producción real y la producción potencial que se puede obtener si la empresa rindiera al máximo.

El indicador puede señalar, por un lado, el uso ineficiente de los recursos de la producción; y por el otro lado, el uso excesivo o deficiente. En ambos casos, nos indica un problema que debemos tener en cuenta y que afectará a la toma de decisiones en el futuro.

$$\mathbf{TASA\ DE\ UTILIZACION\ DE\ CAPACIDAD\ INSTALADA} = \frac{\mathbf{Producción\ real}}{\mathbf{Producción\ potencial}}$$

Indicador OEE

El OEE es el indicador más común que mide la eficiencia y la productividad en planta. El OEE (Overall Equipment Effectiveness) identifica el porcentaje de tiempo de producción planificada que es realmente productivo. Un OEE del 100% representa una producción perfecta: se fabrican únicamente piezas de buena calidad, de la manera más rápida posible y sin pérdidas paradas.

Las siguiente son las fórmulas utilizadas para el cálculo del OEE:

$$TIEMPO\ TOTAL = Tiempo\ disponible + Tiempo\ planeado$$

$$TIEMPO\ PLANEADO = Reuniones, comidas, MP, etc.$$

$$TIEMPO\ DISPONIBLE = Tiempo\ total - tiempo\ planeado.$$

$$TIEMPO\ PRODUCTIVO = Tiempo\ disponible - tiempo\ muerto$$

$$DISPONIBILIDAD = \frac{Tiempo\ productivo}{Tiempo\ disponible}$$

$$CAPACIDAD\ PRODUCTIVA = Tiempo\ productivo \times Capacidad\ estandar$$

$$PRODUCCION\ REAL = Tiempo\ productivo \times Capacidad\ real$$

$$EFICIENCIA = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ productiva}$$

$$CALIDAD = \frac{Producción\ real - Unidades\ defectuosas}{Producción\ real}$$

$$\mathbf{OEE = Disponibilidad \times eficiencia \times calidad}$$

Indicador Tasa de Rechazo

Este indicador de calidad mide el porcentaje de productos que son rechazados durante el proceso de producción debido fallos de calidad. La tasa de rechazo se puede medir dividiendo el número de productos rechazados por el número total de productos producidos.

Para mejorar la tasa de rechazo, es importante identificar las causas y tomar medidas para solucionar los problemas. Entre las causas más comunes, en la industria alimentaria, se encuentran los fallos al garantizar las condiciones adecuadas de almacenamiento y las diferencias en el tamaño, color y sabor esperados. También son comunes los problemas de envasado, como la disponibilidad del tamaño correcto para cada producto. Identificar las causas principales de cada producto es el primer paso para mejorar.

$$**TASA DE RECHAZO = \frac{Productos rechazados}{Productos producidos}**$$

Aplicación de Indicadores de Gestión

Como se mencionó inicialmente la línea de producción de retail de la empresa AZEMBLA SAS no contaba con indicadores de gestión para control de sus procesos, por lo que luego de la definición de los indicadores se procede con la aplicación de estos. La información con la que empresa cuenta corresponde a datos de la producción por semana de acuerdo con el cronograma interno que esta maneja, los tiempos de parada y los tiempos planeados; información con la que se procede a realizar la aplicación de los indicadores.

Para realizar la aplicación de los indicadores se extrajo información de 8 semanas de la siguiente manera:

Las primeras 4 semanas (semana 18, semana 19, semana 20 y semana 21) corresponden a semanas antes a la realización del estudio de optimización de la línea productiva

Las 4 últimas semanas (semana 30, semana 31, semana 32 y semana 33) corresponde a semanas posteriores a la realización y aplicación del estudio de optimización del proceso productivo de la línea.

Con esto lo que se busca es poder comparar de que manera ha influenciado la aplicación del estudio realizado en el proceso productivo.

Capacidad de máquina antes de estudio	569	Unidades/semana
Capacidad de máquina luego de estudio	978	Unidades/semana
Tiempo de funcionamiento	180	Horas

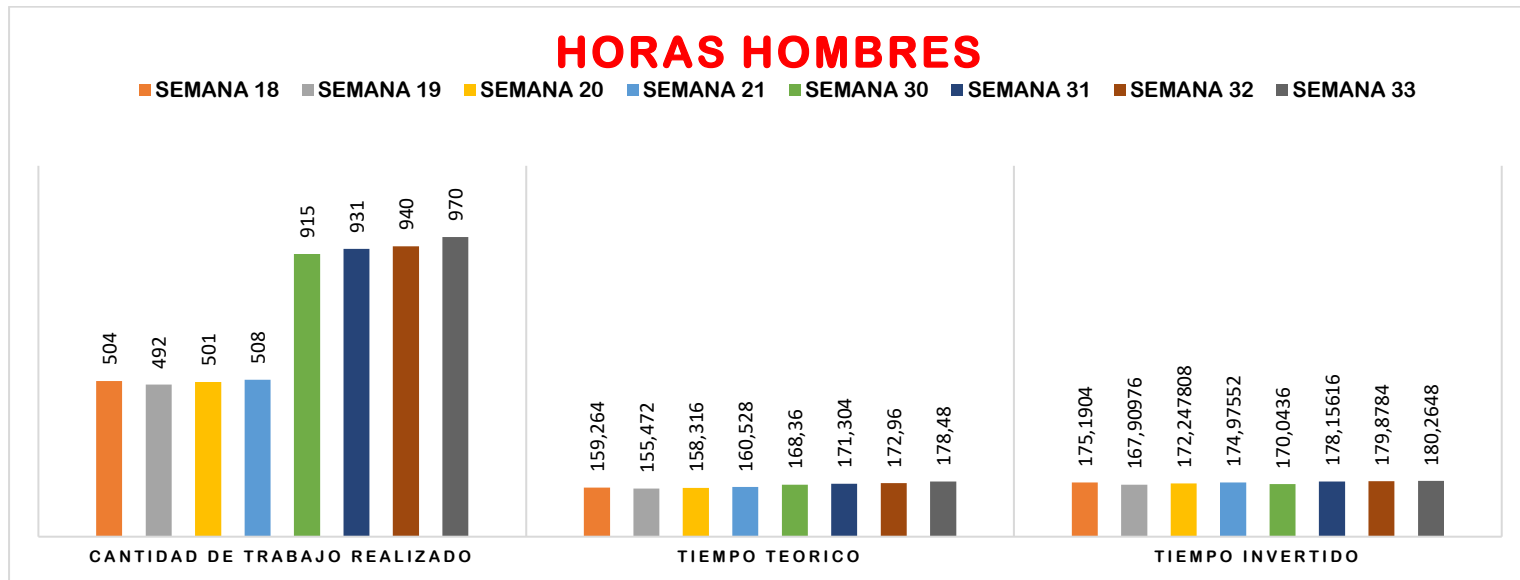
Tabla 15. Información por semanas de producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS en el año 2023.

Fecha	Tiempo planeado	Tiempo de paradas	Tiempo de alistamiento	Producción total	Producción con desperfectos	Tiempo disponible	Tiempo muerto	Tiempo operativo	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad
Semana 18	1	2	0.45	504	14	179	2.45	176.55	98.63%	0.50%	97.22%
Semana 19	1	0	0.44	492	18	179	0.44	178.56	99.75%	0.48%	96.34%
Semana 20	1	2	0.5	501	24	179	2.5	176.5	98.60%	0.50%	95.21%
Semana 21	1	1	0.44	508	0	179	1.44	177.56	99.20%	0.50%	100.00%
Semana 30	1	1	0.38	915	1	179	1.38	177.62	99.23%	0.53%	99.89%
Semana 31	1	0	0.2	931	8	179	0.2	178.8	99.89%	0.53%	99.14%
Semana 32	1	0	0.35	940	11	179	0.35	178.65	99.80%	0.54%	98.83%
Semana 33	1	1	0.83	970	9	179	1.83	177.17	98.98%	0.56%	99.07%

Nota. La tabla contiene información acerca de las unidades producidas, tiempos planeados y tiempos de paradas de las semanas utilizadas para la aplicación de los indicadores del proceso productivo de la línea de retail. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

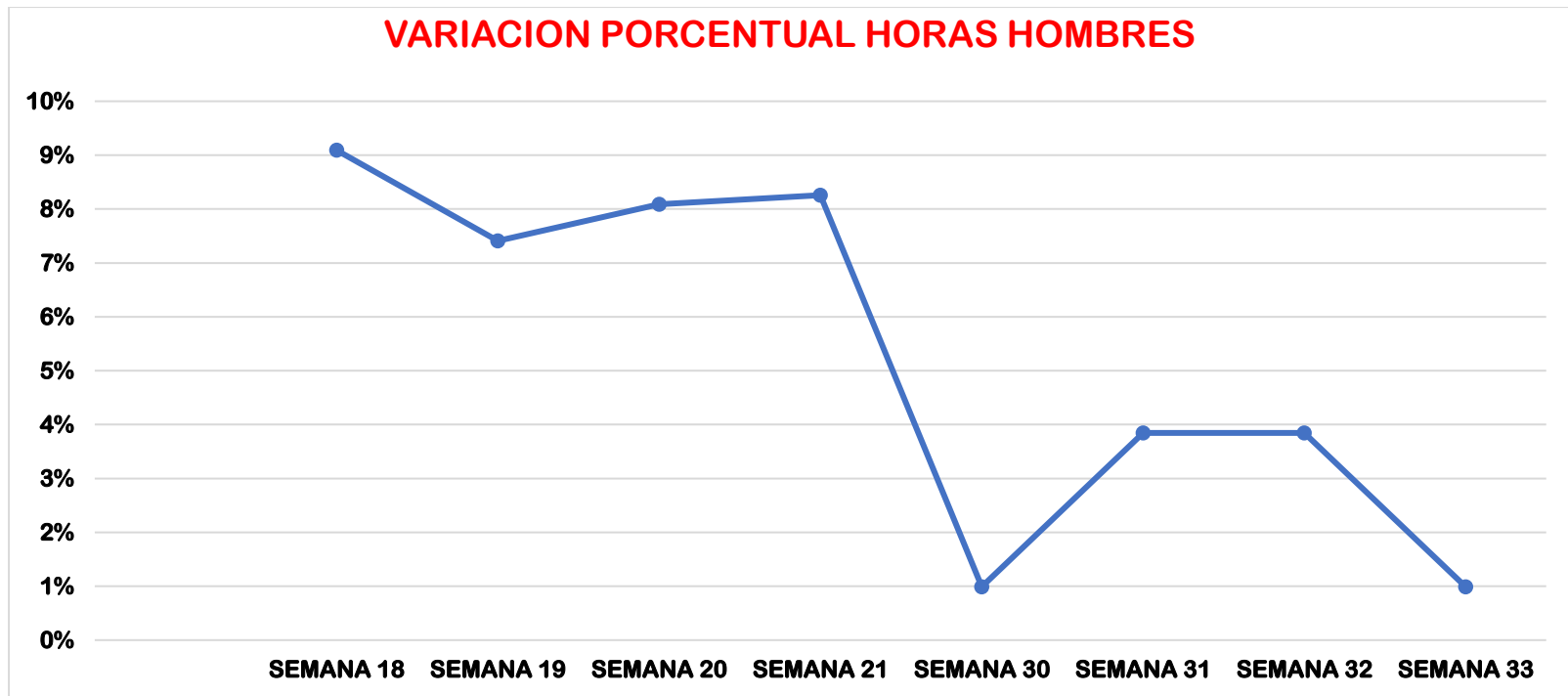
Aplicación de Indicador Horas Hombres

Figura 6. Gráfico del comportamiento de las horas hombres empleadas en la producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS.



Nota. La figura corresponde a un gráfico que registra el comportamiento de las horas hombres empleadas en la producción de cercas 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, durante 8 semanas no consecutivas antes y después del estudio de optimización del proceso productivo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

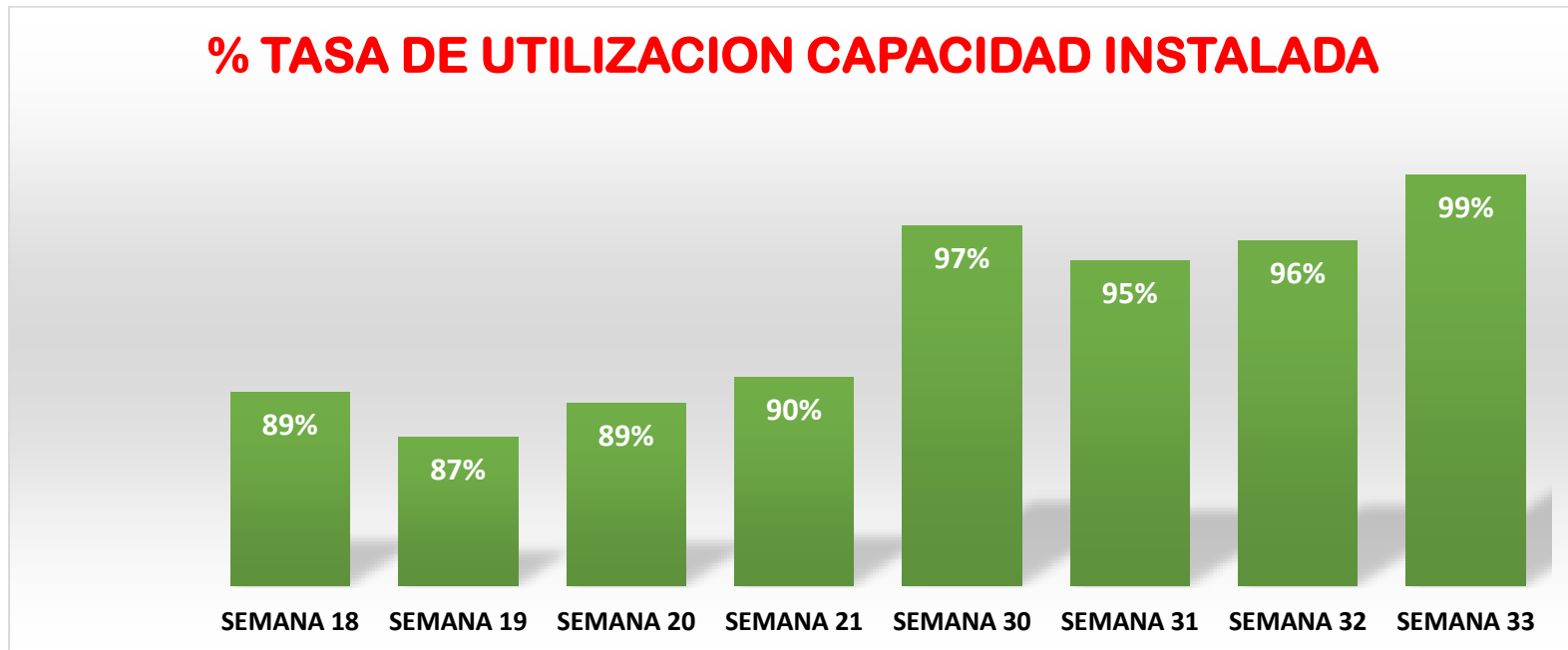
Figura 7. Gráfico de la variación de las horas hombres empleadas en la producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLA.



Nota. La figura corresponde a un gráfico que registra la variación de las horas hombres empleadas en la producción de cercas 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, durante 8 semanas no consecutivas antes y después del estudio de optimización del proceso productivo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Aplicación de Indicador de Tasa de Utilización.

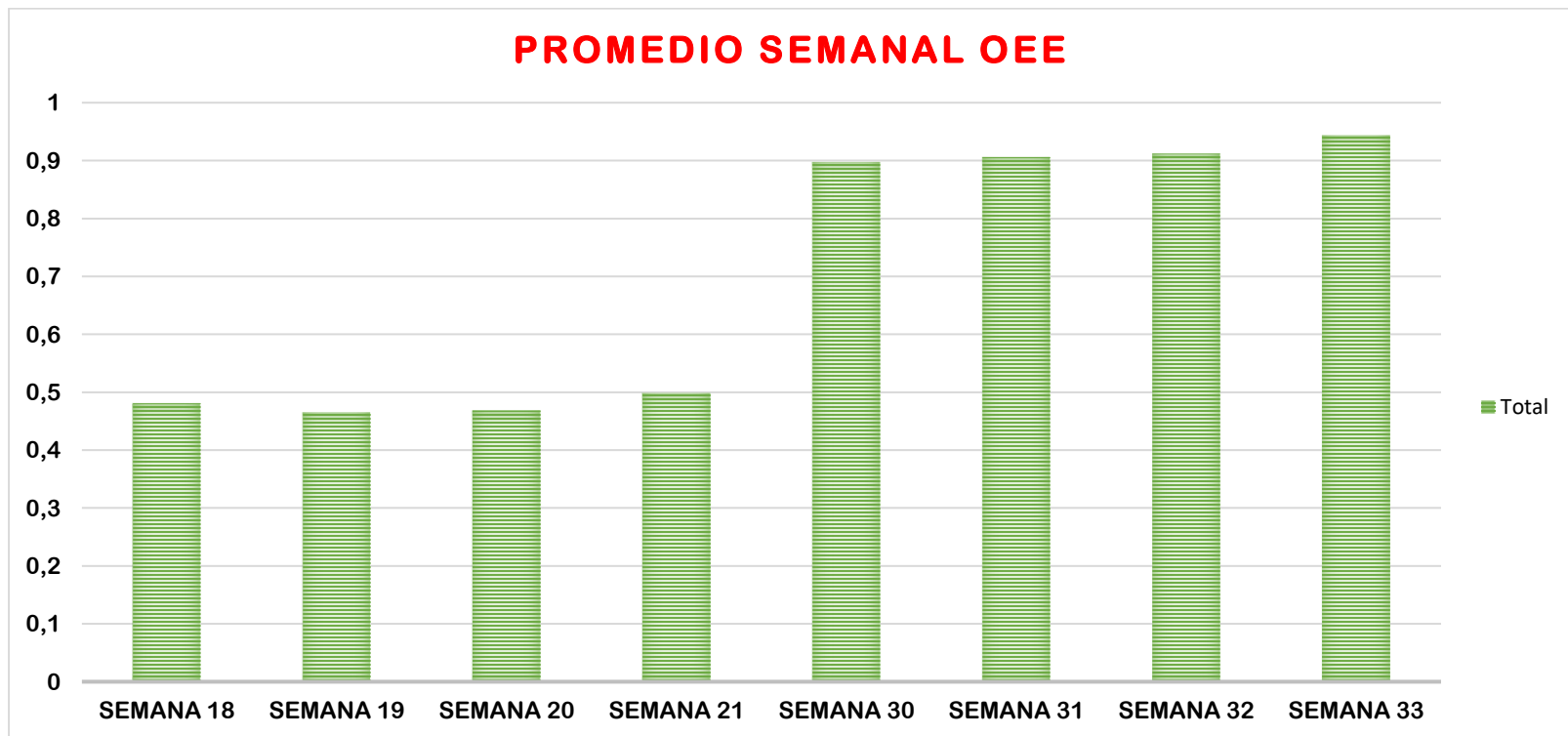
Figura 8. Gráfico del % de utilización de la capacidad instalada en el proceso de producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLA.



Nota. La figura corresponde a un gráfico que registra el porcentaje de utilización de la capacidad en la producción de cercas 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, durante 8 semanas no consecutivas antes y después del estudio de optimización del proceso productivo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

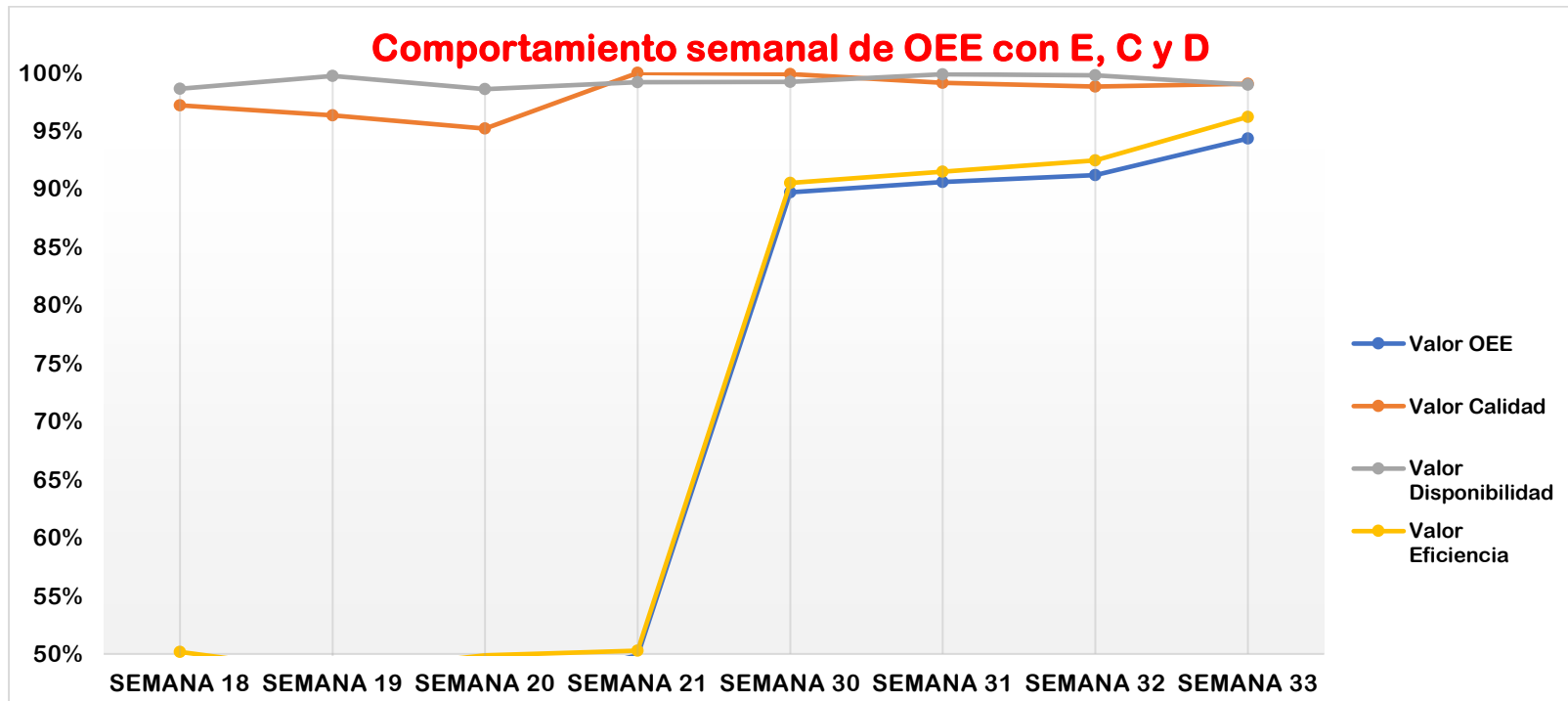
Aplicación de Indicador OEE

Figura 9. Gráfico del promedio semanal de OEE en el proceso de producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLA.



Nota. La figura corresponde a un gráfico que registra el promedio de semanal del indicador de OEE en la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, durante 8 semanas no consecutivas antes y después del estudio de optimización del proceso productivo. Elaborado por: Carlos Jurado Gamarra (2023)

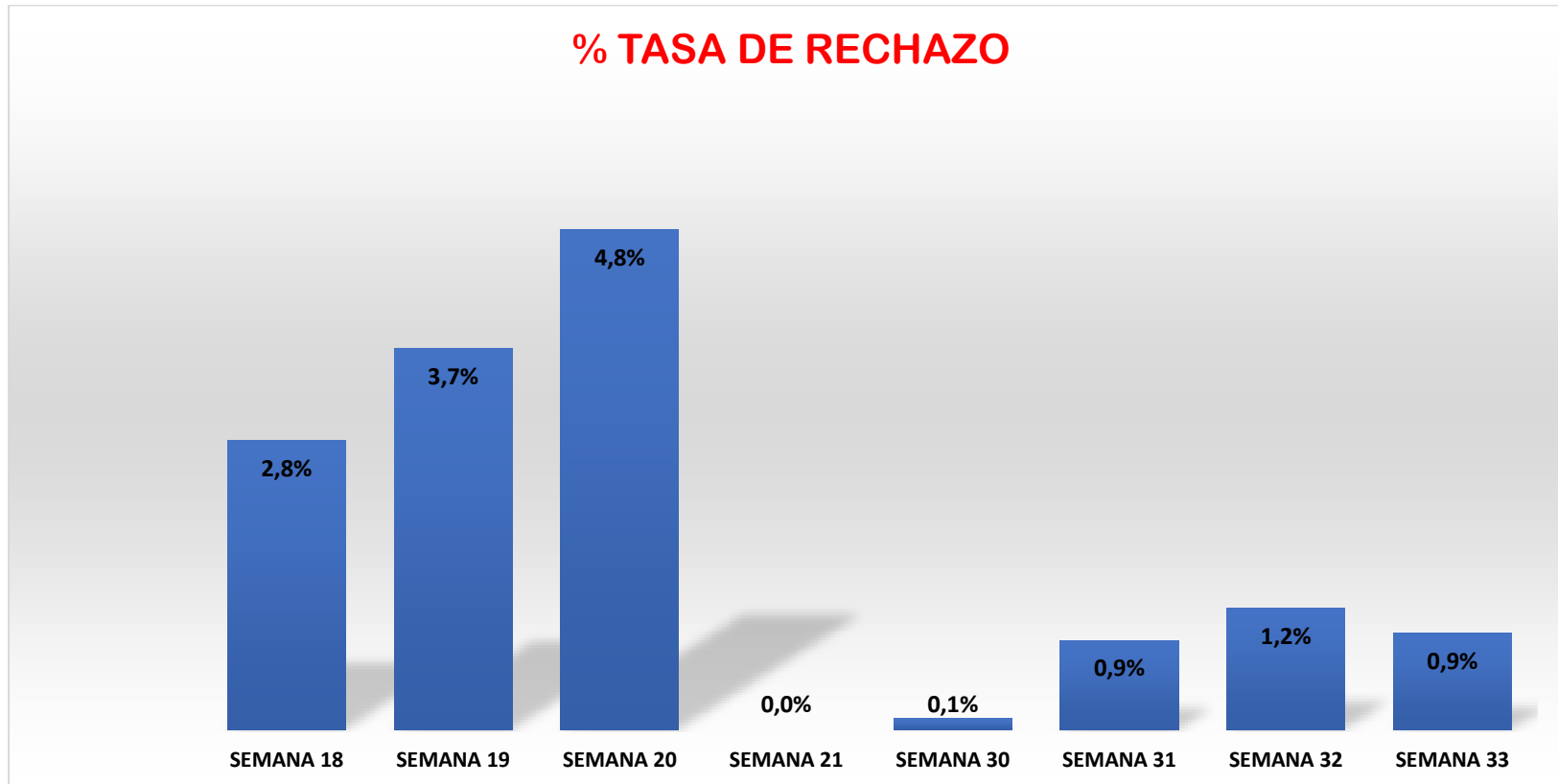
Figura 10. Gráfico del comportamiento semanal de OEE en el proceso de producción de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLA.



Nota. La figura corresponde a un gráfico que registra el comportamiento semanal del indicador de OEE teniendo en cuenta la calidad, la disponibilidad y la eficiencia en la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, durante 8 semanas no consecutivas antes y después del estudio de optimización del proceso productivo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Aplicación de indicador de tasa y defectos de rechazo

Figura 11. Gráfico del % de rechazos de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS en 8 semanas no consecutivas.



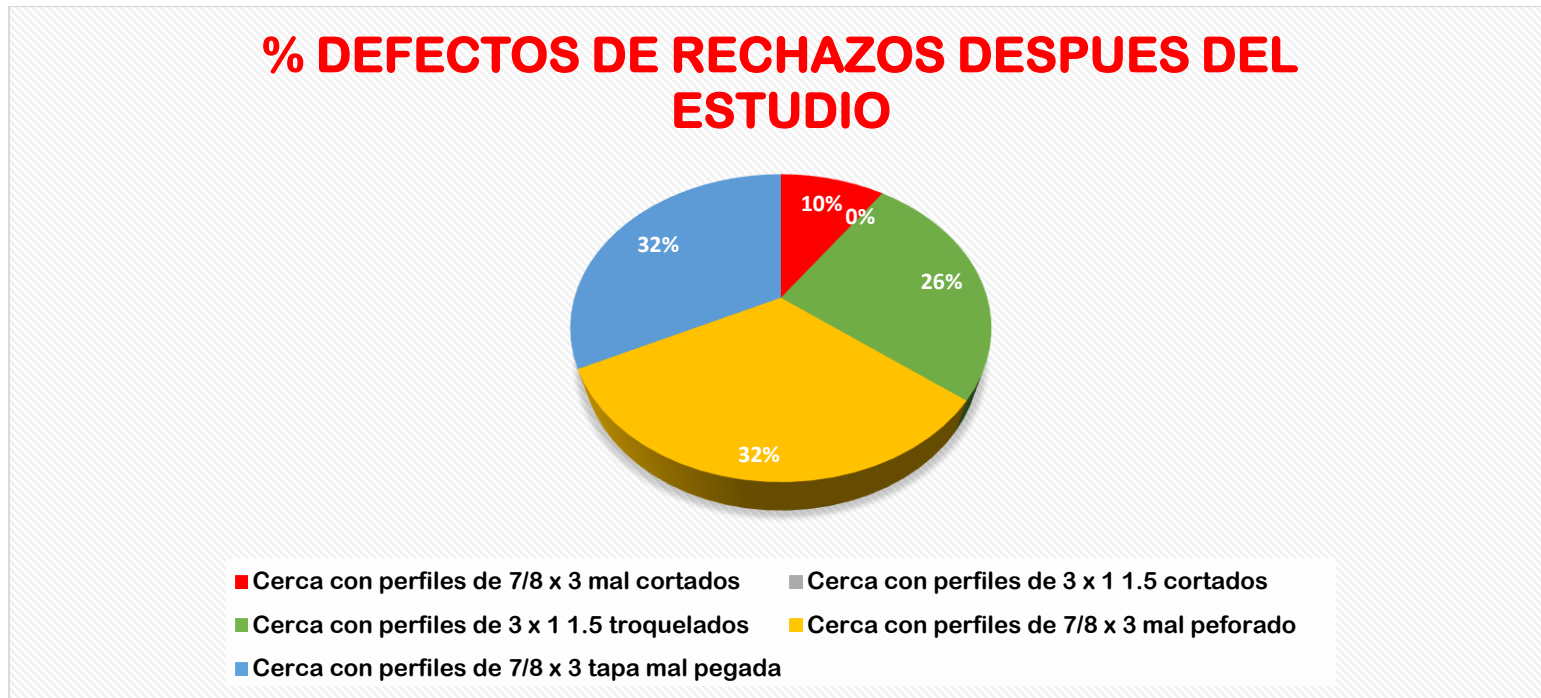
Nota. La figura corresponde a un gráfico que registra el comportamiento en % de rechazos de cercas de 4x6 de la línea de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, durante 8 semanas no consecutivas antes y después del estudio de optimización del proceso productivo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Figura 12. Gráfico del % de defectos de rechazos de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS en 4 semanas antes del estudio.



Nota. La figura corresponde a un gráfico que registra de manera cualitativa los defectos y de manera cuantitativa el % de defectos, por los cuales se rechazan cercas de 4x6 de la línea de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, durante 4 semanas antes del estudio de optimización del proceso productivo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Figura 13. Gráfico del % de defectos de rechazos de cercas de 4x6 de la línea de retail de la empresa AZEMBLAS en 4 semanas después del estudio.



Nota. La figura corresponde a un gráfico que registra de manera cualitativa los defectos y de manera cuantitativa el % de defectos, por los cuales se rechazan cercas de 4x6 de la línea de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS, durante 4 semanas después del estudio de optimización del proceso productivo. *Elaborado por:* Carlos Jurado Gamarra (2023)

Análisis de Resultados Obtenidos en Aplicación de Indicadores

Luego de definir, ejecutar y aplicar indicadores de gestión en el proceso productivo de la línea de retail de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS teniendo en cuenta datos informativos de producción antes del estudio de optimización del proceso e información posterior al estudio de optimización podemos corroborar el impacto positivo que el estudio ha generado en la línea de retail, se pueden evidenciar y destacar los siguientes aspectos importantes:

- Aumento de más del 10% en la tasa de utilización de la capacidad instalada de la línea retail llegando hasta al 99% lo que no da a entender que se está realizando un correcto aprovechamiento de los recursos de la línea de retail en cuanto a la producción de cercas. Y aunque el porcentaje está muy por encima de lo común es importante mencionar que la pena desde el punto de vista financiero, debido a que la empresa cuenta con capacidad de vender esas unidades.
- Reducción de hasta más de un 3% de la tasa de rechazo de las cercas por defectos de calidad, esto gracias a capacitaciones que se le ha brindado al personal sobre el uso de maquinarias y materiales, además de cambio de máquinas y partes que generaban muchas no conformidades.
- Eliminación de 2 defectos de no conformidades generados por etapas del proceso que con la optimización de la línea de producción dejó de existir (túnel de termoencogido).
- Disminución hasta de un 8% en las horas hombre necesarias para la producción de cercas de la línea de retail.

- Aumento del más de 40% en el indicador de OEE lo que nos da a entender que hay maximización en el rendimiento de los equipos, un alto nivel de calidad en los procesos y la disminución de pérdidas productivas en la línea de retail.

Todo lo anterior justifica la realización del proyecto productivo, con la aplicación de los indicadores se puede evidenciar que se ha cumplido con el objetivo del proyecto aplicado el cual es optimizar las operaciones y los recursos de producción de la línea retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS para incrementar la eficiencia, la productividad y disminuir los costos de producción. Al abordar los problemas mencionados anteriormente, se busca lograr los siguientes resultados

Análisis y Discusión de Resultados Obtenidos en Estudio Realizado

Impacto Social

La optimización del proceso productivo de la línea de retail de la empresa AZEMBLA SAS tiene impacto social en cada uno los colaboradores que conforman el proceso, ya que les ayudará a tener un mejor rendimiento laboral y con condiciones laborales mucho mejores; ya que con la implementación de nuevas tecnologías, métodos y herramientas se reduce el error humano, mitigación de riesgos, reducción de fatiga y cansancio y mejor visión general del proceso que aumenta la motivación al personal.

Impacto Técnico

El impacto técnico se verá reflejado principalmente en la línea de producción, con la eliminación de tiempos muertos y actividades innecesarias, gestión de tiempo optimizada, mejores resultados de eficiencia, reducción de plazos de ejecución, reducción de costos y aumento de productividad y disminución de errores.

Análisis de Resultados

Con el estudio realizado en la línea de retail del área de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS pudimos observar y analizar todos aquellos aspectos que hacen deficiente la producción, al culminar el proyecto se logra implementar un nuevo proceso optimizado y como resultado el cumplimiento del objetivo del proyecto, incrementar la productividad y eficiencia y disminuir los costos de producción.

- Se logró reducir el tiempo de producción de una (1) unidad de cerramiento de PVC de 18.96 minutos a 11.04 minutos, al reducir los tiempos innecesarios y/o excesivos en las operaciones que componen el

proceso, además de la limpieza y el orden implementado en la línea de producción

- Se logra eliminar dos fases del proceso productivo de la línea de producción gracias a la implementación y cambio de la referencia de polietileno utilizado para el empaque de las cercas que se producen en la línea de retail.

- Se logra reducción del 21% de la mano de obra requerida en el proceso de fabricación de cercas de la línea de retail. Inicialmente el proceso productivo requería de 42 operarios para su ejecución divididos de manera uniforme en 3 grupos de trabajo de turnos de 12 horas, luego de la ejecución del estudio este número pasó a ser 33 operarios en la misma cantidad de grupo y horario.

- Los resultados de la aplicación del Lean Manufacturing se pueden generalizar en la mejora de la productividad, el índice de ventas, el incremento de la rentabilidad y la satisfacción de los clientes, empleados y el clima laboral en la empresa manufacturera en estudio.

- Con la aplicación de la metodología de las 5'S se crearon múltiples beneficios aumentando la calidad, la eficiencia y productividad de las áreas de trabajo, mejorando los procesos.

Conclusiones

Al finalizar la realización de este proyecto aplicado denominado optimización de operaciones y recursos de producción en la línea de retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS para incrementar la productividad y eficiencia y disminuir los costos de producción se logra cumplir con el objetivo planteado inicialmente que es desarrollar un estudio que permita diseñar un plan de optimización de las operaciones y recursos de producción de la línea de retail de la planta de manufactura de la empresa AZEMBLA SAS para incrementar la productividad y eficiencia y disminuir los costos de producción.

Se puede constatar que con apoyo de las herramientas y metodologías propias de la ingeniería industrial como lo es un estudio de tiempos, la metodología 5S, y otras herramientas propias del Lean Manufacturing y la ingeniería Industrial es posible optimizar un proceso productivo, a partir de la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de los objetivos y las metas propuestas en la compañía; y a su vez implementar una estrategia competitiva a nivel interno basada en el desempeño de su personal y la eficiencia operacional.

Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en el estudio realizado a la línea de producción de retail de la empresa AZEMBLAS SAS, se presentan las siguientes recomendaciones para mantener todo lo implementado y seguir en mejora continua del proceso productivo:

- Integrar los indicadores de gestión de la producción en la práctica laboral, en cada uno de los factores que componen el sistema productivo.
- Definir actividades de acuerdo con cada especialidad del trabajador. Esto aporta a la eficiencia en el desempeño de labores en la planta de producción.
- Documentar las actividades desempeñadas mediante variables cuantificables que, a futuro, faciliten ejecutar estudios para la mejora continua de sus procesos

Referencias bibliográficas

UMSS – Facultad de Ciencias y Tecnología – Ingeniería Mecánica – Tecnología mecánica II – Capítulo I – Introducción a los Procesos de Manufactura.

<http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-11.pdf>

Lafora, J., Milagros, G., Quispe, M., Karina, A., Candiotti, S. y Mercedes, J. (2016). Modelo de programación lineal entera para mejorar la productividad del proceso de obtención y procesamiento de la goma de tara de industria Nativa S.A.C. [Tesis de grado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <http://hdl.handle.net/10757/621513>

Cerramientos en PVC. (2022, abril 4). AZEMBLA. <https://azembla.com.co/cerramientos-en-pvc-2/>

Barcia, K., y Hidalgo, D. (2005) Implementación de una Metodología con la Técnica 5S para mejorar el Área de Matricería de una empresa extrusora de aluminio. Hilario Ramos, D. (2017) Mejora de tiempos de picking mediante la implementación de la metodología 5S Salazar López, B. (2019) Metodología de las 5S. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-decalidad/metodologia-de-las-5s/> McFadden, B (2019) What is 5S. Recuperado de <https://www.graphicproducts.com/articles/what-is-5s>

Villaseñor, A. (2010). Manual de Lean Manufacturing: Guía básica. 2 ed. México D.F.: Limusa.

ESCALONA MORENO, Iván. Ingeniería de métodos: métodos y diseños del trabajo. Ed, El Cid Editor. Argentina. 2009

GARCIA CRIOLLO, Roberto., Estudio del Trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. México D.F.2005.

MARTÍNEZ CANIZALES, Shirley. Estudio de métodos y tiempos en el proceso de extrusión de tubería corrugada en la línea 10 de la empresa Tubos de Occidente S.A. Optando al título de Ingeniera Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia. 2010