



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador | Sede
Ambato

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Tema:

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LEAN
MANUFACTURING EN LA EMPRESA FVT TEMPERLITE**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Licenciado en
Contabilidad y Auditoría**

Línea de Investigación:

Administración eficiente y eficaz de las organizaciones para la competitividad
sostenible local y global.

Autor:

Erick Bryan López Pazmiño

Director:

Mg. Ing. Nelson Danilo Bombón Orellana

Ambato – Ecuador

Junio 2023

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO
HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LEAN
MANUFACTURING EN LA EMPRESA FVT TEMPERLITE**

Línea de Investigación:

Administración eficiente y eficaz de las organizaciones para la competitividad
sostenible local y global

Autor:

Erick Bryan López Pazmiño

Nelson Danilo Bombón Orellana, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f.



Verónica Leonor Peñaloza López, Ing. PhD.

CALIFICADOR

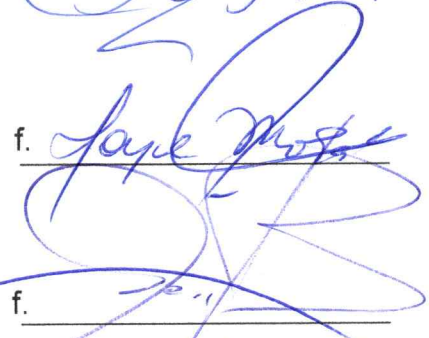
f.



Joyce Beatriz Mora Rivera, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f.



Christian Andrés Barragán Ramírez, Ing. PhD.

DIRECTOR ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

f.



Hugo Rogelio Altamirano Villarroel, Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA

f.



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
SECRETARÍA GENERAL
PROCURADURÍA

Ambato – Ecuador

Junio 2023


Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
BIBLIOTECA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **ERICK BRYAN LÓPEZ PAZMIÑO**, con **CC. 1804846234**, autor del Trabajo de graduación intitulado: "**ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA FVT TEMPERLITE**", previo a la obtención del título profesional de **LICENCIADO EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**, en la escuela de **ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, junio 2023



Erick Bryan López Pazmiño
Cc. 1804846234

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi padre, a mi madre y a mi hermano por confiar en mí en cada trecho del camino, a mi padre por siempre respaldarme y darme la sabiduría para cumplir con este objetivo y sueño mutuo, a mi madre por acompañarme cada mañana y no perder la fe en mi trabajo y a mi hermano por ser parte de mi vida de manera incomparable e incondicional, no serán suficientes las palabras que en esta dedicación disponga, porque fueron ustedes el camino y la única manera de llegar a esta meta.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado en cada día desde que empecé mi trayecto, a mis profesores y a la Pontificia Universidad Católica por haberme brindado una educación de calidad con el mayor interés y humanidad.

RESUMEN

El modelo *Lean Manufacturing* para las organizaciones con procesos de producción técnicos resultantes de un conjunto secuencial de acciones, es una herramienta primordial para el avance y consecución de generaciones hacia la actualidad, la empresa FVT Temperlite dentro de la industria del vidrio maneja un sistema válido que se puede explotar al máximo a través de los principios del modelo y la aplicación de *key performance indicators* (KPI) o indicadores clave de desempeño. Los KPI, se adentran en las métricas variables del proceso de producción, analizan resultados crudos y llevándolos al objetivo principal de la investigación y de la empresa; rendimiento, ciclos de cambio, tiempos de consecución, tiempos de entrega, ciclos completos y parciales de producción, efectividad y costos de materia prima, son los resultantes de los indicadores dentro de la investigación que producen un análisis claro sobre las acciones que maneja el sistema de la empresa, a través de esto el modelo *Lean Manufacturing* se pone en acciones a través de sus principios y herramientas corrigiendo errores y, también, optimiza recursos que no son completamente explotados.

Palabras clave: lean manufacturing, producción, métricas, indicadores, herramientas.

ABSTRACT

The Lean Manufacturing Model designed for organizations with technical production processes as a result of a sequential set of actions, is an essential tool for the development and achievement of goals. The FVT Temperlite Company within the glass industry manages a valid system that can be fully exploited through the principles of the model and the application of KPI indicators. The Key performance indicators delve into the variable metrics of the production process, analyzing unstudied results and taking them to the main objective of the research and the company. Performance, change cycles, completion times, delivery times, complete and partial production cycles, effectiveness, and raw material costs, are the results of the indicators within the investigation that produce a clear analysis of the actions handled by the system of the company, through this the Lean Manufacturing Model is put into action through its principles and tools, correcting errors and optimizing resources that are not fully exploited.

Key words: lean manufacturing, process, production metrics, indicators, tools.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PRELIMINARES

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA.....	6
1.1. Procesos de producción	6
1.2. Lean Manufacturing	9
1.3. Métricas de producción y KPI	13
CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO	19
2.1. Tipo de investigación y enfoque de investigación	19
2.2. Enfoque de la investigación	20
2.3. Tipo de recolección de la información.....	20
2.4. Procesamiento y análisis de la información	21
CAPITULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
3.1. Diagnóstico general	34
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	55

INTRODUCCIÓN

El proceso de producción de una organización es la parte fundamental del desarrollo y éxito de la misma, si este es correctamente analizado y controlado, la empresa será competitiva y estará al nivel de la industria en la que se desempeñe, los entes dedicados a la producción de bienes de calidad necesitan herramientas que ayuden a identificar la manera adecuada de mejorar los procesos y tomar decisiones con un panorama claro.

Lean Manufacturing para la producción y explotación de recursos dentro de las empresas industriales ofrece una variedad de herramientas para identificar y corregir aquellos movimientos o procesos que no aportan valor al producto final y a los resultados del negocio, la manufactura esbelta se ha desarrollado durante varios años y representa el resultado de diversas aplicaciones que tienen como principio el modelo de gestión *Just in time*, basado en el éxito de su aplicación en la empresa Toyota.

F Gilbreth y L. Moller fueron el punto de partida para el cambio en los procesos de producción, desde el criterio que un flujo de producción que genera un resultado en masa, que se convierte en varios que creen la producción precisa sin rellenar inventarios innecesarios y con cumplimiento en la demanda (BBC News Mundo, 2019). Este busca crear empresas más eficientes y eficaces a partir de estos flujos continuos al agregar herramientas que permitan medir, controlar, eliminar u optimizar las acciones de la empresa

Se estima que de las tareas que involucran el proceso de producción un 75 – 80 % es despilfarro y solo un 20–25 % son de valor al aplicar la herramienta adecuada en una empresa, esta logra optimizar los procesos para evitar desperdicios e identificar las debilidades de ciertas obras, eliminándolas u optimizándolas de ser el caso (Buzón, 2019). Toyota, Ford, John Deere, Textron, son algunas de las organizaciones más grandes que aplican este tipo de herramientas y que son sinónimo de éxito en sus procesos de producción.

Acerca de John Deere se decide tomar las herramientas del modelo *Lean Manufacturing* para desembocar en un mejor proceso de producción de la línea de engranajes, donde se logran identificar debilidades de manejo de tiempos de fabricación y de cambios de periodo, de las diversas herramientas que ofrece el modelo mencionado la organización utiliza los *Key Performance Indicators* (KPI) en el estudio de Sánchez (2011), esto para corregir los procesos que más retrasan a la producción, lo que da genera un flujo continuo y más acertado del sistema.

Los procesos dentro de la industria que no se manejan con una herramienta adecuada generan pérdidas considerables en la economía, debido a la competencia desleal y avances de organizaciones extranjeras, por tanto, se proponen herramientas de sistema *Lean Manufacturing* como solución a la débil organización de los procesos de producción, y queda claro que se necesitan herramientas del modelo para mantenerse a la vanguardia en los mercados (de Dios, 2021).

Las acciones principales de los procesos de producción de una empresa serán medidas y corregidas de ser necesario, la utilización de recursos, los ciclos de tiempo, los ciclos de cambio, los ciclos de entrega, el rendimiento, la eficiencia de los equipos, los rechazos y devoluciones, el inventario y la eficacia de la producción, son variables a estudiar para identificar qué movimiento provoca debilidad en el proceso de producción.

Estas acciones serán medidas a través de métricas de producción que facilitan un cálculo práctico que muestra la productividad de las acciones de la organización al indicar así debilidades, errores o anomalías dentro de las acciones del proceso de manufactura de la organización que no han sido identificadas. Las métricas de fabricación pueden enfocarse a distintos planos del proceso como, el tiempo de distintos ciclos, el rendimiento de distintas acciones, la eficiencia de maquinarias y a la vez estos se dividen en métricas específicas que se utilizarán en la empresa, las cuales son: tiempo de ciclo de fabricación, rendimiento de producción, eficiencia global

de equipos, programación de producción, rechazos y revoluciones y tasa de cumplimiento.

Las *KPI* son una herramienta de *Lean Manufacturing* que permite medir el rendimiento de una variable o acción del proceso de producción enfocándose en el objetivo de la empresa, con una visibilidad clara para la toma de decisiones sobre los movimientos que no le aportan valor al producto final ni al cliente, constituye la filosofía principal de esta. Las *KPI* serán utilizadas a través de los resultados de las métricas de producción para proyectar un objetivo de mejora para el proceso de producción de la empresa, por tanto, de acuerdo a las métricas que se utilizan, los indicadores adecuados son: desviación del rendimiento de materias primas, coste de producción unitario, tiempo de inactividad de maquinaria, rendimientos, efectividad de primera pasada.

Las empresas dedicadas a la producción dentro de una industria competitiva se inclinan a operar a través de indicadores *KPI* porque la utilidad de los mismos para la medición de variables en tiempo real, permite dar correctivos en el momento sin sumar adicionales en costos o daños en calidad; la industria del vidrio de seguridad es de competencia a gran nivel por lo que el producto tendrá un alto estándar de calidad (Hugo, 2021).

Al respecto, la empresa FVT Temperlite no maneja una herramienta adecuada para explotar el máximo de sus capacidades dentro del proceso y reducir al mínimo sus pérdidas, esta desarrolla sus actividades durante más de 8 años a partir de conocimientos improvisados que no cuentan con un estudio comprobado, las mejores habilidades de la empresa han sido el empeño y la técnica de la experiencia, pero tiene herramientas que le permita mejorar, que le enseñe a cometer cada vez menos errores y encontrar más factores que la ayuden a crecer y a mantenerse segura a largo plazo, los avances de la industria son amenazantes y la empresa no está preparada para afrontar y ganar, su proceso de producción es estable pero no es debidamente controlado, no llega a rozar la línea de la máxima efectividad, tampoco se conocerá a

que nivel se explotan los recursos, no existe un análisis de los resultados ni la intención de medir alguno de ellos.

La investigación propone adoptar la herramienta que permita optimizar el proceso de producción de la empresa FVT Temperlite. Por lo tanto, el planteamiento científico es el siguiente: Una herramienta de modelo *Lean Manufacturing* permite mejorar la productividad de la empresa FVT Temperlite

En tal sentido se plantea el siguiente problema de investigación, ¿cómo una herramienta de modelo *Lean Manufacturing* permite mejorar la productividad de la empresa FVT Temperlite?

Objetivo general

- Aplicar la herramienta de *Lean Manufacturing* que optimice el desempeño de los procesos de producción de la empresa FVT Temperlite,

Objetivos específicos

1. Fundamentar teóricamente las bases y el desarrollo del modelo *Lean Manufacturing*.
2. Diagnosticar la situación actual del proceso de producción donde se apliquen métricas en la empresa FVT Temperlite
3. Identificar la herramienta de *Lean Manufacturing* aplicable a la empresa FVT Temperlite para incrementar la productividad

La empresa FVT Temperlite dedicada a la producción de vidrio de seguridad en la línea automotriz, trabaja distintos procesos consecutivos y técnicos para llegar del vidrio crudo al templado, es decir dentro de la empresa se maneja un proceso de

transformación del producto, de manera que sea apto para la utilización en vehículos y maquinarias. Los procesos son: cortado, pulido, lavado y templado que se realizan con personal humano y maquinaria específica.

Con el aporte de la herramienta, la empresa logrará una notable mejora en el sistema y en los resultados, además en mantener una organización, sin el correcto manejo de la producción hoy en día significa la ruina y desaparición del ente en el futuro; la competitividad crece al mismo tiempo que las tecnologías y se necesita incorporar estas herramientas para no caer en un punto donde la empresa se vuelva obsoleta. La precisión técnica de la fábrica requiere un estándar claro para manejar decisiones dentro de la organización, dentro del modelo actual de la misma no hay un manejo de información establecido para los estándares a los que la empresa aspira llegar o aquellos que utiliza hoy en día. Por lo tanto, el manejo del modelo y los indicadores KPI, para la empresa significa una oportunidad de gran valor para dar un paso más hacia el futuro de la organización, de esta manera las acciones de la empresa se cubrirán con menos riesgos de pérdidas y con mejores resultados.

CAPITULO 1. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

En este capítulo se detallará los fundamentos del trabajo, se describirán detalles de procesos de producción en conceptos generales y de la industria de vidrio automotriz, los principios del *Lean Manufacturing* y las herramientas específicas aplicadas en la metodología seleccionada.

1.1. Procesos de producción

Un proceso de producción es el conjunto sistemático de actividades u operaciones que resultan en la transformación de cierta materia prima o insumos en un producto terminado. Este tipo de procesos hoy en día se manejan con tecnologías de alta gama en empresa de reconocimiento mundial, para la pequeña y mediana empresa es un factor de trabajo constante en mejoras y mantenimiento, de esto depende el nivel de competitividad de la organización.

Modelos de producción

El Sistema de Producción Toyota y su competitividad es una herramienta administrativa que contiene cuatro grandes programas de actuación que son: producción justo a tiempo o *just in time (JIT)*; identificación y eliminación temprana de defectos (*JIDOKA*); flexibilidad de la mano de obra (*SHOJINKA*); y, por último, capitalización de las sugerencias de los empleados (*SOIKUFU*). Esta herramienta se diseñó e implementó en la fábrica Toyota con el objetivo de reducir los costos de producción de sus artículos, pero sin que se vea afectada su calidad y así mantenerse de forma competitiva en el mercado automovilístico (Santiesteban, 2011).

Este tipo de sistemas de producción son desarrollados para mejorar la efectividad de la empresa, incrementar costos o impulsar una máxima utilización de recursos sin despilfarros. Toyota es el promotor principal del JIT que es una filosofía que permite adecuar el proceso de producción y guiarlo a resultados de máxima calidad con costes

mínimos, este también es la base del modelo que hoy es conocido como *Lean Manufacturing*.

Nike, empresa norteamericana de producción de calzado deportivo, a través de la filosofía *Lean Manufacturing* y al utilizar indicadores de desempeño como herramienta, logra una reducción de costes en energía y materiales de desecho que da como resultado una mejora de 20 % al 50 % de productividad (Gisbert, 2017).

La filosofía que se aplica en Toyota y Nike representan mejoras considerables en el manejo de sus sistemas; las herramientas que ofrecen los modelos son más que efectivas y necesarias si se busca estar dentro de la vanguardia de la industria. Principalmente estas se acogen debido al afán de dar solución a problemas identificados dentro de los procesos, sin embargo, cuando estas variables problemáticas no han sido puestas a la vista, es aún más importante la implementación de mejores herramientas.

Existen varios tipos de procesos de producción que dependen de la línea que se maneja a partir de sus materias primas. Los procesos de transformación son la segunda línea de actividades de producción aquí sea toma una materia prima procesada y a través de varias operaciones se obtiene una pieza de uso.

Productividad

La productividad es la relación entre lo producido y lo consumido, que está directamente ligada con los procesos de producción, pero no significa que si un proceso de producción es capaz de generar a grandes escalas de inventario para vender, la productividad será óptima al mismo nivel, es decir, el proceso de producción es la antesala de los resultados de la productividad de la organización, pero, el incremento de la productividad del ente depende de la capacidad que tenga el sistema, para aprovechar los recursos en relación a sus costes, y produce solo aquello que será consumido y de calidad (Velazco, 2013)

Factores que afectan a los procesos de producción

Al comprender que las fallas del proceso de producción generan menos productividad en las organizaciones se identifican varios factores que afectan para generar cambios positivos en los resultados.

Trabajo suplementario debido a procesos

La utilización de métodos ineficaces de producción que desembocan en un incremento de tiempo productivo requerido para la realización de las operaciones, se encuentran factores como maquinaria inadecuada, procesos que funcionan inadecuadamente, herramientas erróneas y desplazamientos innecesarios, que hacen que el proceso de producción no cumpla con un flujo capaz de explotar un rendimiento máximo del sistema (Velazco, 2013).

Es este tipo de debilidades y fallos con el proceso de producción obsoleto se evidencian en los anteriores ejemplos de las empresas que se encuentran estas variables negativas, como relevantes gracias a las herramientas que se aplican, sin embargo, existen organizaciones que llevan un proceso de producción por simple instinto, es decir; que no se permiten identificar aquellas partes de la producción que utilizan de mejor manera, solo llevan a cabo un proceso por costumbre.

Este es el caso de varias organizaciones de la misma industria del vidrio, esta se maneja desde varios años atrás y la mayoría de sus procesos son técnicos, pero la comparación y mejora es evidente cuando se logra dar el siguiente paso, en la aplicación de Escalante (2021) sobre el balance en línea en el mejoramiento del proceso de vidrio templado, que es un modelo de optimización al igual que el *Lean Manufacturing* para controlar la producción pero con un equilibrio de la línea con la productividad. Meyers (2000) sostiene que, este tipo de modelo elimina cuellos de botella y maneja de mejor manera la demanda, y genera que las detenciones en el

proceso se vuelvan más dinámicas. Así, lo propuesto antes se enlaza al *Lean Manufacturing*, pero la manufactura esbelta está aún más concentrada en la mejora continua, no solo busca un equilibrio si no la eliminación completa de cuellos de botella y sin perder la producción de alta calidad.

La industria de vidrio estableció un resultado positivo, incluso a través de la utilización de las 5s en distintas áreas y, así, contrarrestó la baja productividad de los procesos (Escalante, 2021).

1.2. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es un sistema de métodos y herramientas para controlar y organizar todo tipo de movimiento dentro de la producción de una empresa, de acuerdo a las bases de su predecesor el JIT. La manufactura esbelta identifica debilidades y desperdicios en el proceso, los corrige y se crea un flujo más ajustado y continuo del proceso, este modelo otorga herramientas para utilizar los mínimos costos y ofrecer la más alta calidad del producto.

Entre los principios básicos de *Lean Manufacturing* está la reducción de las tareas que no agreguen valor al proceso mediante la estandarización de actividades y la utilización de herramientas que permitan mostrar las debilidades en los movimientos, es decir, si dentro del proceso de producción de una empresa una de las actividades está retrasa un movimiento consecutivo o se está manejado de manera incorrecta basándose en un estándar. Estas permiten guiar estos movimientos hacia el estándar mencionado que es guiado a través del objetivo de empresa y reducir la utilización de recursos de esta acción de tal manera que todo el proceso se transforme en un flujo continuo sin costes adicionales (Herrera, 2021).

El proceso de implantación de un sistema con el *Lean Manufacturing* requiere de organización, tiempo y ciertos requisitos que se incluirán en primera instancia para su correcto uso. Primero, la organización cuenta con eficiencia de instalaciones, tiempos,

rotaciones, costos y, luego, estas variables se miden como base. Posteriormente, en dependencia de la industria, se definen familias de productos para de esta manera organizar los procesos que se necesitan para llegar al producto final (Velasco, 2015)

Principios clave de *Lean Manufacturing*

Son siete los principios clave que el *Lean Manufacturing* propone y practica para el desarrollo pleno en la optimización de procesos. Estos son utilizados de acuerdo a los objetivos de la empresa y la filosofía de la manufactura esbelta en la explotación de recursos con mínimos despilfarros.

Cuadro 1. Principios clave de *Lean Manufacturing*

Principio	Objetivo
Minimización del despilfarro	Las actividades que no producen valor al producto son eliminadas en superficies, instalaciones, personal, materias o energía.
Calidad a la primera	Detección de problemas en el origen antes de que generen mayores costos. Búsqueda de cero defectos.
Mejora continua	Máxima calidad con menores costos para una mejor productividad.
Flexibilidad	Rapidez en la fabricación de distintos productos, se mantiene la eficiencia y los volúmenes necesarios de producción.
Procesos <i>pull</i>	Capacidad de generar el producto en el tiempo más pronto a la demanda del cliente al ritmo del <i>tack-time</i> .
Sincronización	Toda la producción y sus procesos son una misma fase.
Proveedores	Relación con proveedores a largo plazo para compartir riesgos y manejar costos.

Fuente: elaboración propia

Nivel de calidad: Seis Sigma

Al hablar de calidad, el nivel Seis Sigma es el estándar más adecuado y exigente que existe dentro de los constantes desarrollos en búsqueda de efectividad y calidad a la primera, en la descripción de Yepes y Pellicer (2005) esta calidad se aproxima al ideal del cero defectos y es aplicado no sólo a procesos industriales, sino a servicios y, por supuesto, al proceso de construcción. Se basa en poder producir un mínimo de 3.4 defectos por millón de oportunidades, es decir, reducir la repetición de producciones de un mismo producto a la primera pasada de calidad para multiplicar las

oportunidades de flujo continuo de manufactura, lo que crea un nivel de calidad más alto que el regular.

Las 5s de *Lean Manufacturing*

Estas representan la metodología básica que guía la corrección de los procesos de producción, estas, según Gisbert (2017) sirven para generar una cultura organizacional de orden y limpieza en cualquier área dentro de la empresa, son la base para implementar la herramienta del modelo acorde a las necesidades de la empresa, por tanto, es necesario comprender que las 5s son el fundamento del proceso a realizar dentro de la organización, antes, durante y después de implementar una herramienta de *Lean Manufacturing* esta indica el área, movimiento o proceso que es corregido.

Cuadro 2. 5s de Lean Manufacturing

Denominación		Concepto	Enfoque
Clasificación	SEIRI	Clasificar y retirar, eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.	Dentro del proceso de producción se identificará y retirar todo aquello que no represente un valor al producto, en el proceso o al cliente.

Orden	SEITON	Clasificar áreas, Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz	Si las acciones del proceso de producción están ordenadas y debidamente identificadas, las áreas deben dividirse a sus movimientos específicos para cumplir con su flujo y sin intervenir en los demás de manera negativa.
Limpieza	SEISO	Limpiar y detectar, mejorar nivel de limpieza	Con actividades depuradas y áreas organizadas, se detectan debilidades en el proceso para corregir, es decir, limpiar.
Estandarización	SEIKETSU	Estandarizar, prevenir la aparición de desorden	Con el orden de las fases anteriores se empieza a establecer el estándar de cumplimiento de cada área y acción guiado en el objetivo de la empresa.
Disciplina	SHITSUK	Crear hábitos, mejorar	Las fases deben convertirse en una rutina de los trabajadores y de cada área hasta formar parte innata de cada labor.

Fuente: elaboración propia.

A través de esta metodología estas mejoras traen como consecuencia un mejor ambiente de trabajo con la seguridad ideal, reducción de tiempos innecesarios y aumento de productividad según Gisbert (2017). Esto genera una empresa evidentemente más competitiva dentro del mercado, pues mejora su productividad, y con la metodología de *Lean Manufacturing* podrá cubrir el desarrollo de los procesos además de que el estándar que se exige en la empresa no dejará de aumentar.

Por implementar herramientas *Lean Manufacturing*, Henry Ford demuestra que el gasto en mejoras es una inversión, al conseguir resultados más que satisfactorios en la empresa Ford (Gisbert, 2017).

Para la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del sobrante, además de entender como despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte en los principios de William Edwards Deming (Rajadell, 2010). Por tanto, el desperdicio se refiere a los aspectos materiales

o de sobreproducción, movimientos específicos que manejan las empresas y, que, en cierto punto, generan un derroche ya sea de tiempo, recursos o del flujo de la producción, entre este tipo de acciones como transporte, tiempos de espera, procesos, defectos e inventario.

Lean Manufacturing se basa en estos despilfarros dentro de los movimientos para eliminar lo inútil dentro de los mismos o de ser el caso eliminar dicha acción y a la vez ordenar el flujo de estas mismas acciones para volver al proceso más ágil y efectivo. Dichas acciones en ciertos casos oprimen el potencial de un área de la producción, en la aplicación de Francisco (2018) en la cadena de suministros de una empresa cristalera, se detectan desperdicios y oportunidades de mejora en el proceso de despacho y a través de herramientas *Lean Manufacturing* como las KPI, el mantenimiento productivo total (TPM) y *Heinjunka* para instrucciones operativas, se logra disminuir las actividades que generan valor, mediante el *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) en un 56,89%.

Para la supervivencia de las organizaciones *Lean Manufacturing* ha demostrado ser un aporte a la competitividad de gran nivel en distintos tipos de mercado. Para el sector del vidrio se consideran los estudios ya mencionados como Francisco (2018) sobre la industria del cristal; Herrera (2021) en la línea del vidrio de seguridad arquitectónico; Enrique (2021) específicamente en el proceso de producción de vidrio templado. Sin embargo, los estudios de *Lean Manufacturing* en procesos de producción pueden aplicarse en cualquier tipo de industria y sistema, es por esta razón que se encuentran tantas similitudes en los modelos, ya sea de la misma manufactura esbelta en busca de la mejora de producción o con otros que resultan ser herramientas para el mismo objetivo.

1.3. Métricas de producción y KPI

Las métricas de producción son representaciones numéricas crudas de una variable u operación que se desarrolle dentro del proceso de producción de la empresa, estas

permiten medir y recopilar datos que el negocio necesita para evaluar su desempeño, además de poder identificar puntos conflictivos o débiles de la línea de producción, esto aporta con información clave para la mejora continua de la organización.

Estas métricas son creadas y utilizadas a través de las necesidades de la empresa y dirigidas al área que se vaya a aplicar, son de determinación específica por lo que estarán centradas en los ámbitos que son competentes.

Tiempo de ciclo de fabricación

Es el tiempo que tarda el proceso de principio a fin, desde la materia prima en la primera operación hasta el producto transformado en su etapa final, mientras más se reduce el tiempo total del ciclo, más beneficios se obtienen como en los costos, por tanto, medir el tiempo que se tarda en el sistema de producción del artículo permite identificar si es una debilidad o una fortaleza.

Dentro de la empresa *General Motors*, se logra una reducción de tiempo de fabricación en el área de sub ensamblaje de motores a través de la implantación de mejoras referentes a las métricas de tiempo donde se tenía un resultado de 2474,59 segundos y termina con un tiempo de 2084,54 segundos después de implementar mejoras de la manufactura esbelta lo que representa una optimización del 15,76% esto en la aplicación de Picho y Emilio (2021) Por tanto, las métricas de producción son el referente base para el manejo de las herramientas *Lean Manufacturing*, no se puede actuar sin una visibilidad clara de las debilidades y como optimizar resultados.

En cuestión de tiempos de fabricación se aplican también con división de áreas en dependencia del caso de la empresa, si existe una actividad que deba ser dividida de las acciones principales, también será medida en caso de retrasos innecesarios.

Tiempo para hacer cambios

Es el tiempo que toma realizar una transición de proceso o maquinaria debido a la necesidad de producción diferente, en este caso se mide específicamente la velocidad o el tiempo que toma hacer este cambio. Esta medición de tiempo es distinta y dura minutos, horas o días.

Existen organizaciones que desarrollan varias líneas de producto en el mismo o distintos ciclos, por ejemplo dentro de la industria del vidrio templado el manejo de tamaños del producto de la línea automotriz comercial es de medidas medianas y pequeñas, mientras en la línea de maquinaria pesada y autobuses, los tamaños son medianos y grandes, además de manejar distintos tipos de curvaturas, por esta razón la transformación del vidrio crudo se realiza según las necesidades en maquinarias distintas, esto significa un intercambio de encendido y apagado de los procesos, lo que genera un despilfarro de tiempo que si bien es cierto es estrictamente necesario, también será medido para encontrar el método más efectivo de realizar este intercambio de tiempos y procesos.

Se parte desde el concepto de la actividad, puesto que, al realizar este tipo de cambios que utilizan tiempos alternos, ya sea de maquinaria, de personal o de proceso, estos generan que las acciones a realizar también cambien y extiendan sus tiempos de culminación. Según Cruelles (2012) después de calcular el tiempo normal de cada operación se aplicarán las herramientas o suplementos adecuados para alcanzar un tiempo estándar de producción. Por tanto, con la utilización de la métrica se tiene una clara visibilidad de los aspectos a corregir y enfocar las decisiones correctas a través de nuevas herramientas.

Rendimiento

Esta métrica es fundamental en cualquier tipo de empresa, puesto que, permite medir en un tiempo determinado el número de unidades que se producen, como el número de unidades por minuto, por hora, por ciclo, por día o cualquier tipo de tiempo aplicable, a través de la utilización de esta métrica es fácil identificar debilidades gracias a que

si un flujo de producción disminuye significa que hay un problema en esta línea y se empieza a trabajar herramientas para optimizarla.

Dentro de esta métrica están enlazadas variables humanas que no son fáciles de controlar, por lo que regularmente se realizan mejoras salariales en búsqueda de la optimización del rendimiento de la producción, sin embargo, el enfoque va más allá, con herramientas más técnicas, al identificar a través de esta métrica, en donde se produce la reducción de flujo y esto cumple con la filosofía *Lean Manufacturing* al corregir y optimizar la variable hacia un flujo más constante.

Programación y logro de producción

Esta métrica representa el porcentaje de efectividad que tiene la empresa para cumplir con la producción esperada en cierto periodo de tiempo, es decir muestra la cantidad de veces que la producción cumple con el estándar en determinado ciclo, por ejemplo, cuantas veces a la semana la organización cumplió con la producción diaria esperada, así esta métrica es un porcentaje real de producción programada.

El cumplimiento de los estándares de la empresa, es el objetivo principal de los procesos de producción, estas métricas permiten mostrar que tan eficiente es el sistema para cumplir dichos estándares y objetivos, cuando una organización trabaja a ciegas en un camino sin guía, sin un número calculable que le dice qué tiene y qué hará mejor, para ser más óptima en el desarrollo de sus procesos; desemboca en una falta de competitividad ante la industria y el mercado, lo mismo que es sinónimo de una empresa nada exitosa.

Se establece para incrementar la producción y se aplicarán técnicas que permitan utilizar adecuadamente los recursos humanos, materiales y económicos, para que el sector industrial alcance competitividad. Dentro de esta perspectiva, se afirma que, las empresas que aplican apropiadamente estudios de trabajo producen más eficientemente, esto según Adler (1993) que, dentro de sus estudios más relevantes protege al utilizar estudios de trabajo adecuados, la empresa es por efecto más

eficiente y, también, ayuda a tener mejor uso de recursos, por tanto, dentro de la línea de producción, modelos como el *Lean Manufacturing* y herramientas de medición como las métricas son estudios fundamentales a utilizar y adoptar en el proceso de producción; estos estudios se apoyan unos a otros para un resultado en común.

KPI de Producción

Un indicador clave de rendimiento es la medida cuantificable y definida de la producción o áreas de producción de una organización, estos son utilizados para analizar y controlar diversas actividades de la producción en dependencia del KPI que se pretende utilizar.

A partir de una medición previa del proceso como referencia, se utilizan los indicadores para mostrar debilidades o desviaciones. Los KPI miden el nivel de desempeño de una actividad determinada, dentro de su aplicación en los procesos del sector petrolero se calcularon indicadores de rendimiento, de tiempos de inactividad y actividad e indicadores de disponibilidad, donde se identifican bajos porcentajes positivos y se decide diseñar un KPI específico para alcanzar los objetivos de cada área. Este estudio da resultados con un porcentaje de 15% a 20% de optimización a través de la utilización de los KPI (Ortiz, 2021)

En áreas particulares los KPI también trabajan de manera independiente, es decir; de manera específica en un proceso, Fuentes (2018) realiza una aplicación de indicadores en cadenas de suministros centrándose en logística y gestión del proceso, la actividad resulta ser de baja efectividad mientras se compara el mapa de manejo del área a comparación de otros departamentos por lo que se aplica un modelo de indicadores para cumplir con un mejor proceso logístico de aprovisionamiento, producción y distribución.

Un KPI de producción está enfocado en cualquier tipo de industria y en distintas áreas del sistema, es posible identificar más de 30 indicadores que las organizaciones aprovechan para su mejora según las necesidades del ente productivo.

CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO

Modalidad de investigación

En el siguiente capítulo se consideran las partes fundamentales del desarrollo metodológico, como el tipo de investigación, instrumentos, población y enfoque, para identificar la problemática de la empresa FVT Temperlite y como se optimiza su proceso de producción a través de *Lean Manufacturing*.

2.1. Tipo de investigación y enfoque de investigación

En la investigación se utilizará un diseño experimental con enfoque cuantitativo más un desarrollo descriptivo y analítico. Una investigación experimental es aquella en la cual el investigador manipula y controla una o más variables independientes y observa la o las variables dependientes para medir las variaciones concomitantes. Según Agudelo (2008), por tanto, el proceso de producción analizado desde el punto de las métricas de producción y KPI, maneja herramientas para identificar las variables que afectan al resultado final de la organización y de distintas acciones del proceso, que a través de la metodología *Lean Manufacturing* se corrigen y generan una optimización positiva en el flujo del proceso de producción.

Dentro de una investigación descriptiva se analizan y relatan las situaciones que dan origen y desarrollo a la problemática del ente, según Francisco (2012), en las investigaciones de tipo descriptiva, llamadas también investigaciones diagnósticas, buena parte de lo que se escribe y estudia sobre lo social no va mucho más allá de este nivel. Consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta al mostrar sus rasgos más peculiares o diferenciadores; así, este tipo de estudio genera el análisis de la situación actual de la empresa y la interpretación de las variables que afectan al flujo óptimo del proceso de producción, es decir, de donde nace la problemática, porque el proceso productivo de la organización no es explotado

en costos y recursos y como identificar las principales variables a corregir en el sistema.

El punto de partida de la investigación es la situación actual de la empresa y de su proceso de producción, además de las variables que no aportan valor agregado al proceso que se busca corregir, por tanto, la investigación es analítica y explica el desarrollo mejorado del proceso de producción del ente a través del modelo *Lean Manufacturing* con las herramientas de métricas y KPI.

2.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo. Se van a utilizar datos extraídos del ambiente de producción, los mismos que son de carácter numérico y serán utilizados con las fórmulas y matrices de las métricas de producción en cada campo, para, posteriormente optimizar resultados con la herramienta *Lean Manufacturing* de las KPI. Este tipo de manejo cuantitativo ha sido utilizado desde Toyota hasta *General Motors* en distintas acciones y campos de la producción, dentro de la industria del vidrio, esto genera un proceso de producción técnico, representa el enfoque adecuado para la explotación máxima de recursos y disminución de costos.

2.3. Tipo de recolección de la información

Dentro del estudio es favorable la aplicación de una ficha de observación con la cual recoger los datos necesarios a partir de métricas dentro del proceso de producción de la empresa. En cada variable se utilizan métodos de medición, como cronometraje, conteo, observación y reconocimiento de manera descriptiva, según la condición adecuada que se busca medir, estas dependen del tiempo, rendimiento, ciclos de cambio, maquinaria, eficiencia y costos.

La empresa FVT Temperlite utiliza un sistema de producción en su mayoría con aspectos técnicos que requieren una observación constante para la medición de sus

resultados, al establecer las variables adecuadas para la ficha es factible medir distintos campos de reconocimiento sobre el proceso y la eficiencia en el nivel actual de la organización y su proceso de producción.

Al utilizar variables específicas dentro del instrumento se delimita la recolección de datos hacia aquella información que es realmente necesaria para la posterior aplicación de los indicadores KPI en el ente productivo.

2.4. Procesamiento y análisis de la información

Variable tiempo

Las métricas basadas en el tiempo han sido cronometradas dentro del proceso real de producción, sin afectaciones de interés o inclinación. A través de estos datos se conseguirá analizar la situación actual de la organización y posteriormente utilizar los indicadores KPI. A partir de los resultados que se demuestran en la tabla número 1.

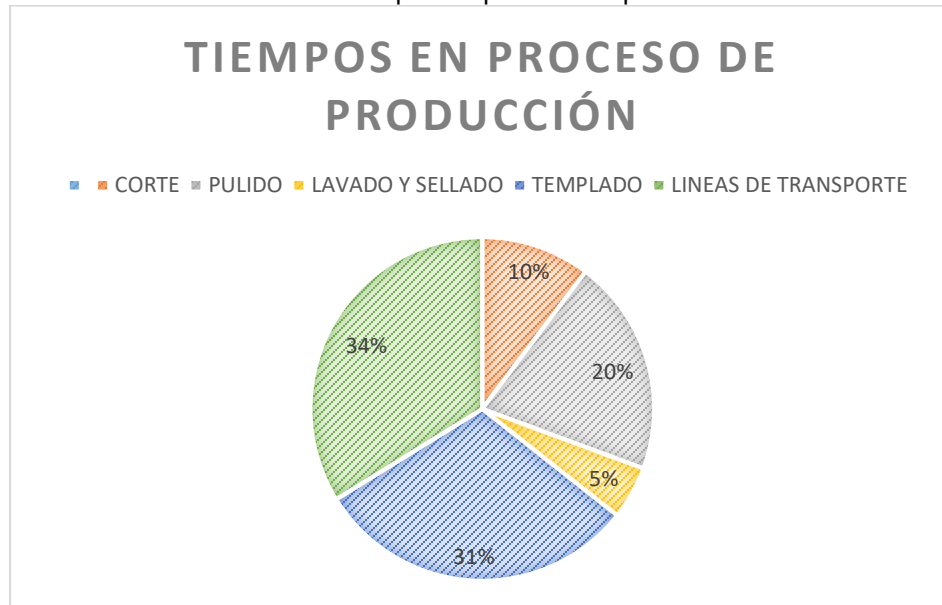
Tabla 1. Resultados de la variable tiempo

Variable	Métricas	Resultado	Observaciones
Tiempo	Tiempo de corte de la materia prima ventanearía línea automotriz	1.13	
	Tiempo de pulido ventanearía línea automotriz	2.24	
	Tiempo de lavado y sellado ventanearía línea automotriz	0.55	
	Tiempo de templado en horno ventanearía línea automotriz	3.36	
	Tiempo de templado en horno ventanearía línea automotriz	3.72	Líneas de transporte y espera
	Tiempo de empaquetado ventanearía línea automotriz	2.14	Fuera del proceso
	Hora de inicio del proceso	10:21	
	Hora de finalización del proceso	10:32	
	Tiempo de producción ciclo completo ventanearía línea automotriz	11:00	Parcial de producción

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos producen un gráfico adecuado para la plena comprensión de las conclusiones de la variable tiempo que son posteriormente descritas.

Gráfico 1. Tiempos en proceso de producción



Fuente: elaboración propia

A través de los datos recolectados es razonable concluir los siguientes puntos:

- Las actividades que requieren mayor tiempo de acuerdo a los resultados obtenidos dentro del proceso de producción son: el Pulido, el templado y las líneas de transporte, los mismos que utilizan 2.24 min, 30.36 min y 3.72 min respectivamente.
- Las acciones de la línea de transporte y espera entre procesos es un limitante dentro del flujo continuo del proceso de producción.
- Los procesos de lavado, sellado y corte, cumplen eficientemente con su labor dentro del flujo de producción, con tiempos de 0.55 min y 1.13 min respectivamente.

Variable rendimiento

Las métricas basadas en el rendimiento han sido medidas dentro del proceso natural de producción sin afectaciones de interés o inclinación. A través de estos datos se conseguirá analizar la situación actual de la organización y posteriormente utilizar los indicadores KPI. A partir de los resultados que se demuestran en la tabla número 2.

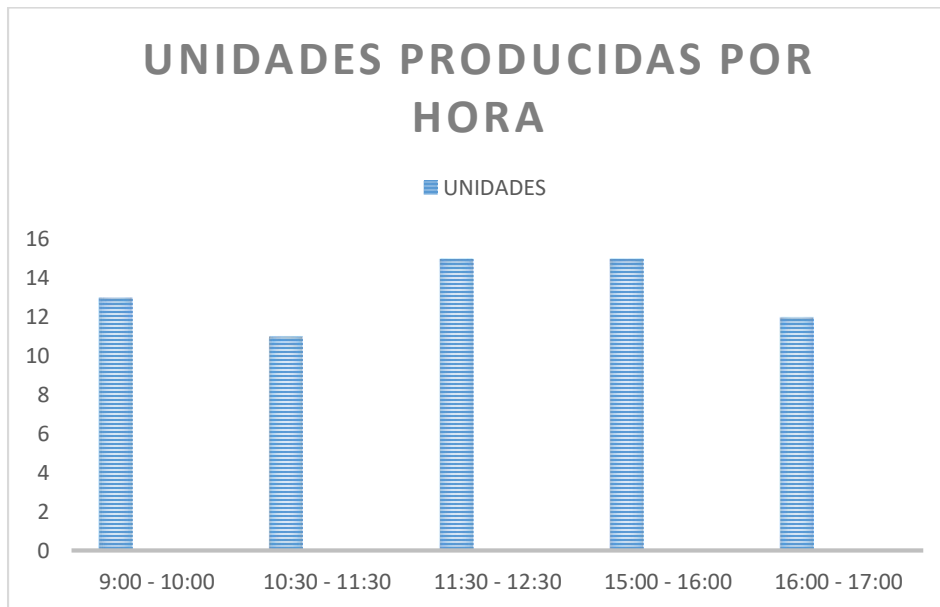
Tabla 2. Resultados de la variable rendimiento

Variable	Métricas	Resultado	Observaciones
RENDIMIENTO	Número de unidades producidas por hora	13 U	1 hora: 10:30 – 11:30 30min: 6 U
	Número de unidades producidas por hora	11 U	2 horas: 11:30 – 12:30 Total: 24 U
	Número de unidades producidas por hora	15 U	3 horas: 9:00 – 10:00 Total: 39 U
	Número de unidades producidas por hora	15 U	4 horas: 15:00 – 16:00 Total: 54 U
	Número de unidades producidas por hora	12 U	5 horas: 16:00 – 17:00 Total: 66 U
	Número de unidades producidas por día	66 U	1 día
	Número de unidades producidas por día	71 U	2 días: 137
	Número de unidades producidas por día	78 U	3 días: 215
	Número de unidades producidas por día	90 U	4 días: 305, Expansión de stock
	Número de unidades producidas por día	86 U	5 días: 391

Fuente: elaboración propia

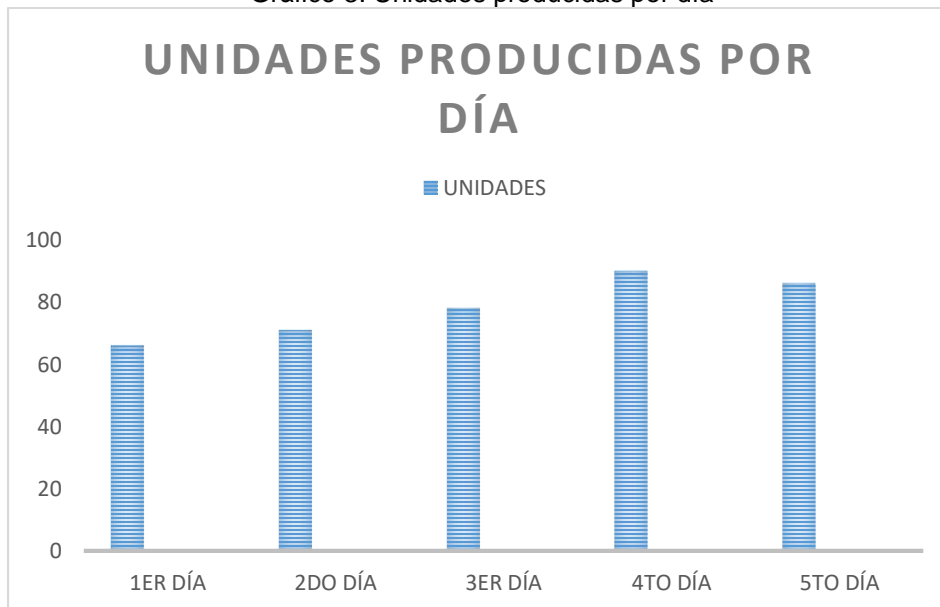
Los datos obtenidos producen dos gráficos adecuados para la plena comprensión de las conclusiones de la variable rendimiento que son posteriormente descritas.

Gráfico 2. Unidades producidas por hora



Fuente: elaboración propia

Gráfico 3. Unidades producidas por día



Fuente: elaboración propia

A través de los datos recolectados es razonable concluir los siguientes puntos:

- Las unidades producidas en la primera hora de trabajo del día 1 representan el 19% de la producción total del día, lo que se traduce en 13 unidades producidas.
- En comparación existe un aumento de 2 unidades en la tercera hora de trabajo lo que aumenta el porcentaje respectivo de esta hora en un 3% y se tiene como resultado un 22.72% de la producción total del día.
- La tercera y cuarta hora del día son las más productivas con 15 unidades en el tiempo establecido, así como el cuarto día de la semana es también el más productivo con producción total de 90 U.

Variable ciclos de cambio

Las métricas basadas en los ciclos de cambio han sido medidas dentro del proceso natural de producción sin afectaciones de interés o inclinación. A través de estos datos se conseguirá analizar la situación actual de la organización y posteriormente utilizar los indicadores KPI. A partir de los resultados que se demuestran en la tabla número 3.

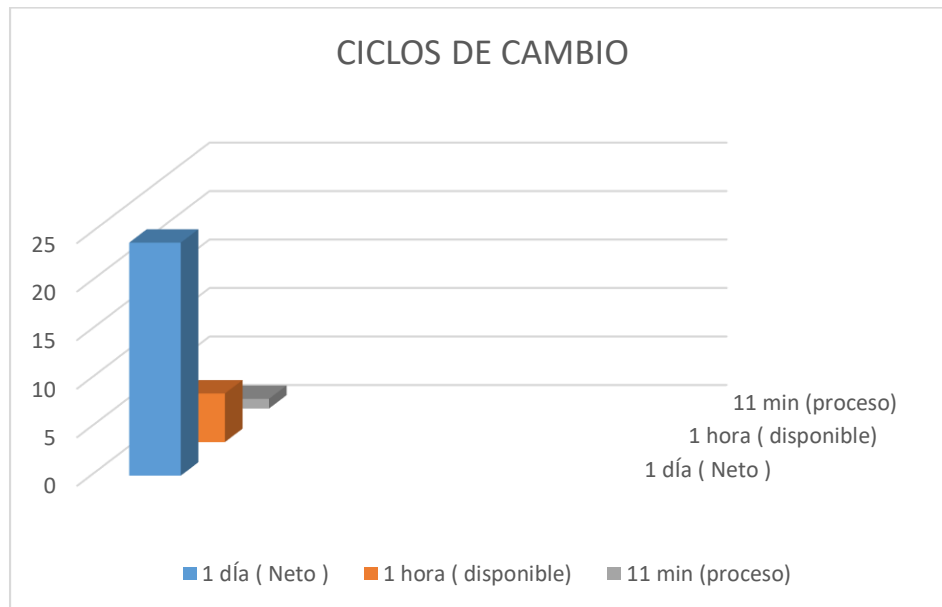
Tabla 3. Resultados de la variable ciclos de cambio

Variable	Métricas	Resultado	Observaciones
Ciclos de cambio	Tiempo disponible de producción en pedido	1 hora	
	Demanda diaria	70 u	Promedio aproximado
	Tiempo de producción ventanearía automotriz	11 min	
	Tiempo disponible neto	1 día	

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos producen un gráfico adecuado para la plena comprensión de las conclusiones de la variable ciclos de cambio que son posteriormente descritas.

Gráfico 4. Ciclos de cambio



Fuente: elaboración propia

A través de los datos recolectados es razonable concluir los siguientes puntos:

- El tiempo disponible neto de entrega en relación al tiempo de producción es amplio cuando lo se comparada con el cumplimiento esperado, con una relación de 24 horas y 11 minutos de producción.
- El tiempo disponible de producción es extenso versus la relación del tiempo real de producción que comprende 11 minutos.
- Los ciclos de cambio detienen el flujo óptimo y continuo de la producción por estándares alargados entre tiempos.

Variable: maquinaria

Las métricas basadas en el rendimiento de maquinaria han sido medidas dentro del proceso natural de producción sin afectaciones de interés o inclinación. A través de estos datos se conseguirá analizar la situación actual de la organización y

posteriormente utilizar los indicadores KPI. A partir de los resultados que se demuestran en la tabla número 4.

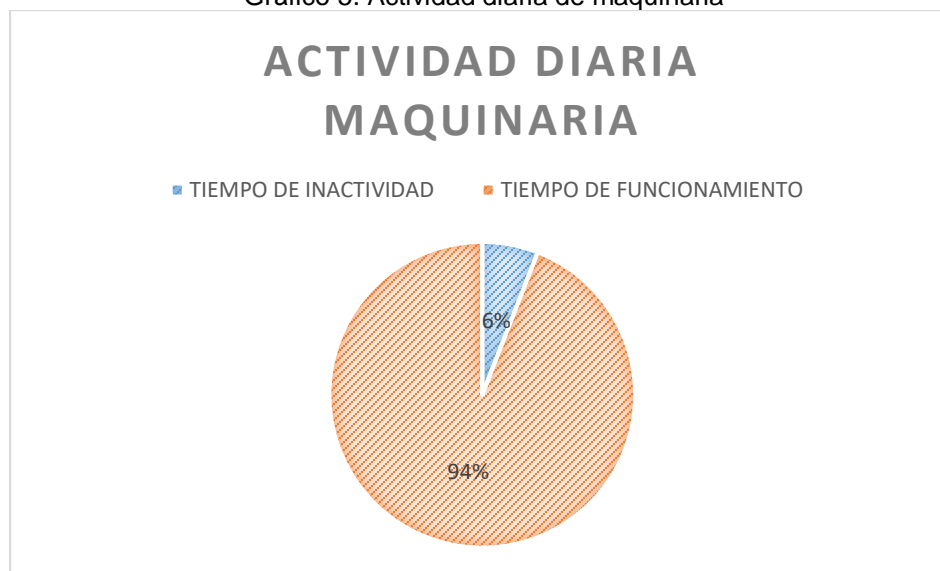
Tabla 4. Resultados de la variable maquinaria

Variable	Métricas	Resultado	Observaciones
Maquinaria	Tiempo de inactividad de maquinaria	45 min	Diario: 30 min almuerzo 15 min: intercambio de maquinaria en caso necesario
	Tiempo de funcionamiento de maquinaria	7 h 15 min	Diario
	Tiempo de inactividad de maquinaria	315 min	Semana
	Tiempo de funcionamiento de maquinaria	36h 15 min	Semanal
	Mantenimiento planificado	Nulo	
	Mantenimiento realizado	Fines de semana	Medio día

Fuente: elaboración propia

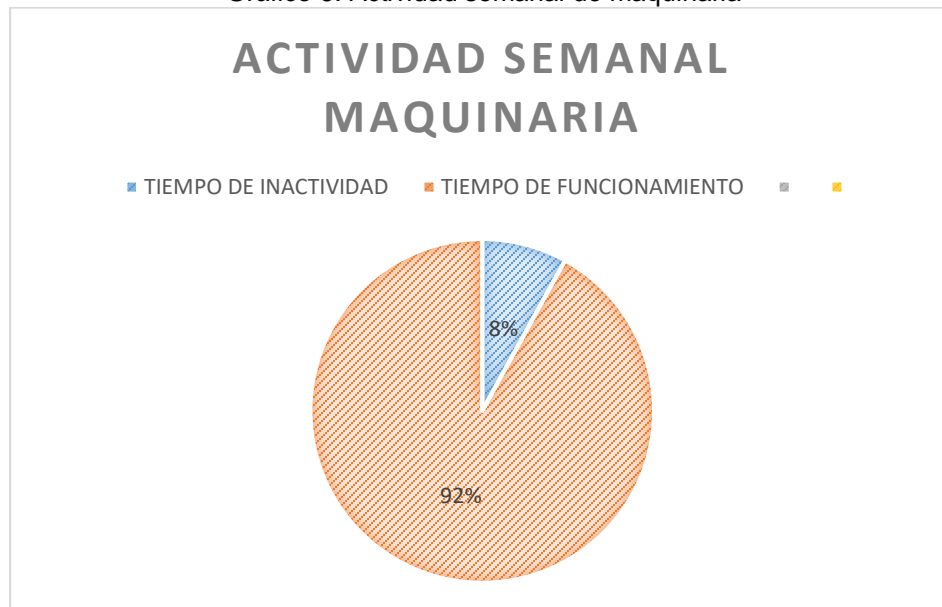
Los datos obtenidos producen dos gráficos adecuados para la plena comprensión de las conclusiones de la variable maquinaria que son posteriormente descritas.

Gráfico 5. Actividad diaria de maquinaria



Fuente: elaboración propia

Gráfico 6. Actividad semanal de maquinaria



Fuente: elaboración propia

A través de los datos recolectados es razonable concluir los siguientes puntos:

- El desarrollo de actividades de la maquinaria por día es óptimo, y mantiene el 94% del tiempo de trabajo en uso.
- Semanalmente existe la misma relación de tiempo de actividad e inactividad, misma que es óptima y positiva para el flujo continuo de la producción.
- No existe una planificación fija de tiempo de mantenimiento de maquinaria, esto aumenta el riesgo de paradas innecesarias por daños o fallos en el funcionamiento.

Variable: eficiencia

Las métricas basadas en la eficiencia han sido medidas dentro del proceso natural de producción sin afectaciones de interés o inclinación. A través de estos datos se

conseguirá analizar la situación actual de la organización y posteriormente utilizar los indicadores KPI. A partir de los resultados que se demuestran en la tabla número 5.

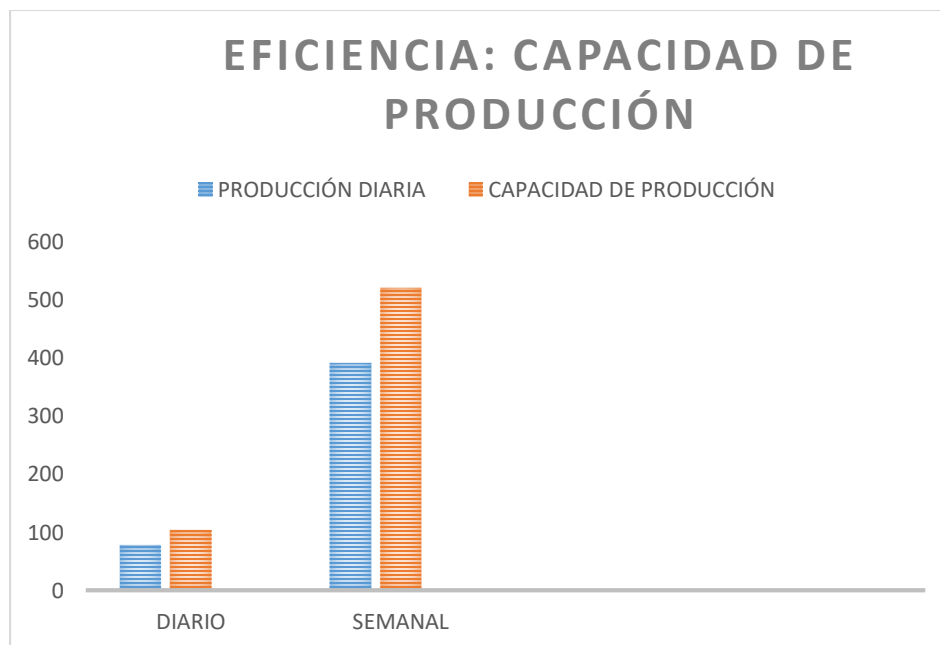
Tabla 5. Resultados de la variable eficiencia

Variable	Métricas	Resultado	Observaciones
Eficiencia	Cantidad de producción utilizada	78	Diario: promedio
	Capacidad de producción total	104	Diario
	Cantidad de producción utilizada	391	Semana
	Capacidad de producción total	520	Semana
	Unidades de calidad	78	Diario: Día 3
	Total, de unidades producidas	82	Diario: Día 3
	Unidades de calidad	371	Semana: Promedio
	Total, de unidades producidas	391	Semana: Promedio
	Promedio		

Fuente: elaboración propia

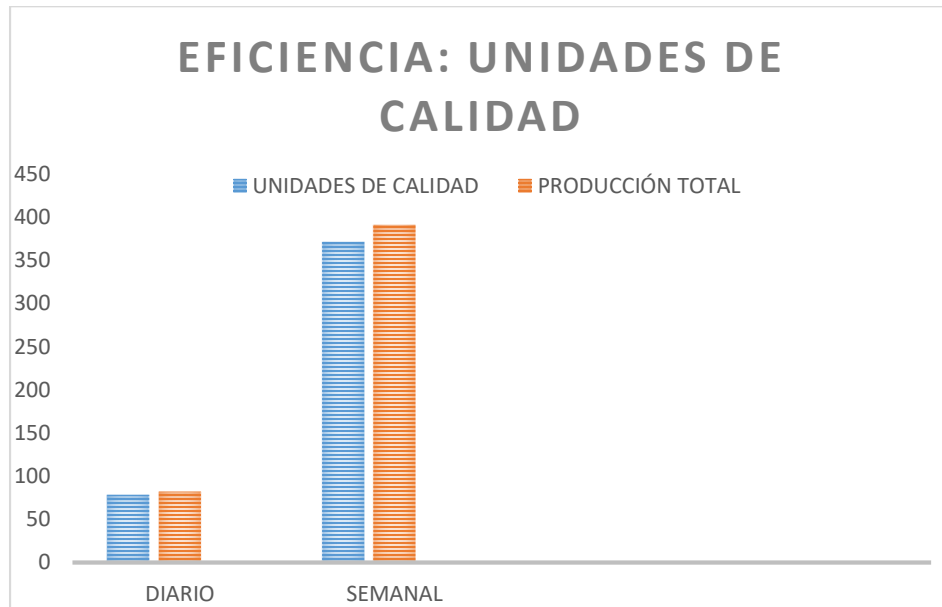
Los datos obtenidos producen dos gráficos adecuados para la plena comprensión de las conclusiones de la variable eficiencia que son posteriormente descritas.

Gráfico 7. Capacidad de producción



Fuente: elaboración propia

Gráfico 8. Unidades de calidad



Fuente: elaboración propia

A través de los datos recolectados es razonable concluir los siguientes puntos:

- La capacidad producción total diaria y semanal es superior a la utilizada, la producción realiza solo las unidades necesarias aun que la empresa este en capacidad de realizar más cantidad de producto.
- Se promedia 4 unidades defectuosas diarias, lo que representa un bajo porcentaje en relación a la producción total.
- La cantidad de unidades de calidad es óptima en la primera pasada y representa un el porcentaje más alto dentro de la producción total.

Variable: costos

Las métricas basadas en los costos han sido medidas dentro del proceso natural de producción sin afectaciones de interés o inclinación. A través de estos datos se

conseguirá analizar la situación actual de la organización y posteriormente utilizar los indicadores KPI. A partir de los resultados que se demuestran en la tabla número 6.

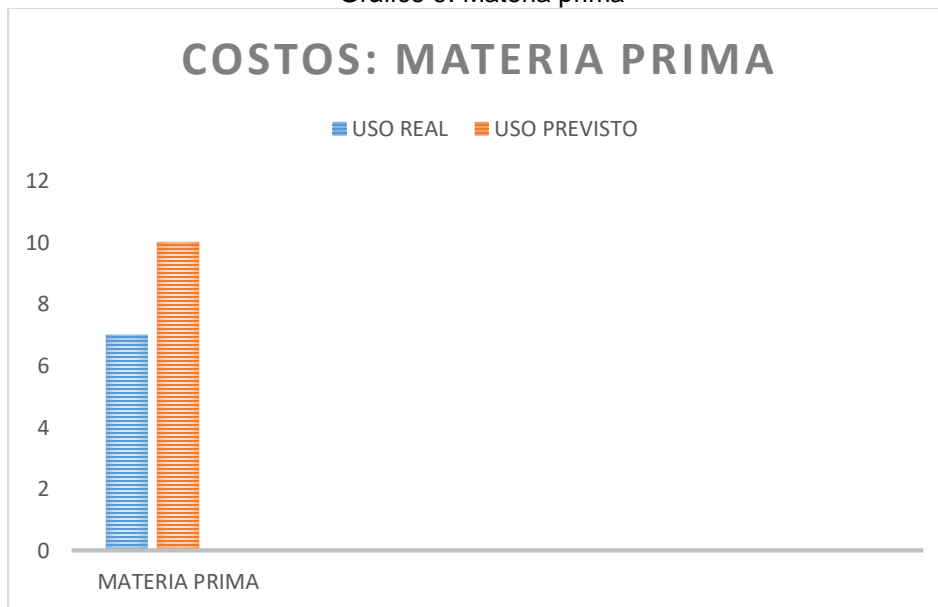
Tabla 6. Resultados de la variable costos

Variable	Métricas	Resultado	Observaciones
Costos	Uso real de materias primas	7	Planchas de vidrio
	Uso previsto de materias primas	10	Planchas de vidrio
	Coste total de mantenimiento		Materia prima sostenible
	Número de unidades producidas	391 u	

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos producen un gráfico adecuado para la plena comprensión de las conclusiones de la variable costos que son posteriormente descritas.

Gráfico 9. Materia prima



Fuente: elaboración propia

A través de los datos recolectados es razonable concluir los siguientes puntos:

- Existe un desperdicio de materia prima del 30% que no es utilizado en el tiempo presupuestado o planificado de la producción.

- De la materia prima utilizada semanalmente se obtienen 391 unidades, y la capacidad total de producción fue de 520 unidades.

Caracterización de la empresa

FVT Temperlite es una empresa con presencia en el mercado de vidrio desde el año 2014, con experiencia dentro del templado para la línea automotriz y distribución alrededor de todo el país. Los primeros pasos de la empresa se dieron gracias a la gestión principal de su gerente, quien a través de la experiencia de los años acumuló cantidad de conocimiento sobre los procesos de la fábrica y amplió su lista de clientes personales, es aquí donde nace la oportunidad de poder crear una organización propia dedicada a la producción de vidrio de seguridad templado. Hoy en día la empresa posee mercado de gran valor en las tres regiones principales, y distribuye el producto a casi el 70% de las ciudades del país.

La empresa cuenta con su matriz en la ciudad de Riobamba sector las fumarolas calle panamericana sur vía Guayaquil.

La unidad principal de la empresa es su fábrica de producción dentro de la cual se encuentra también el departamento de gerencia. El desarrollo primordial de la organización es su fábrica de producción de vidrio templado que cuenta con distintos sectores que dividen las actividades del proceso; el ciclo de transformación del vidrio crudo al vidrio templado, requiere distintas acciones para la culminación de un producto terminado.

La producción del vidrio de seguridad templado para la línea automotriz cumple con la necesidad de salvaguardar las vidas de los pasajeros de un vehículo o maquinaria, el vidrio crudo que al mismo tiempo es la materia prima esencial del proceso y de la fábrica, no es apto para la utilización directa en vehículos, este requiere pasar por un proceso de templado que permita, en caso de accidentes, reducir el riesgo de daños hacia los pasajeros debido al rompimiento de ventanas y parabrisas. El vidrio en

estado crudo cuando es sometido a un golpe es fácil de romper y se divide en pedazos que crean heridas muy graves en el cuerpo, a diferencia del vidrio templado, este tipo de vidrio es más resistente y al recibir un severo golpe que pueda dañarlo, se divide en pedazos microscópicos que no reducen la posibilidad de daño severo al pasajero, este es el resultado del proceso de la fábrica.

Enfoque al proceso

La empresa maneja 5 actividades principales dentro del proceso que son el cortado, pulido, lavado, sellado y templado. Dentro del corte se toma el vidrio aún en crudo para determinar la forma según la plantilla del modelo que se busca obtener para las distintas marcas de automóviles. Posteriormente, pasa a ser pulido en sus laterales y esquinas de manera que el vidrio no tenga filos desalineados y cuente con un terminado fino, al finalizar el proceso de pulido, el vidrio es lavado y secado en maquinaria que deja al mismo listo para unos los dos procesos finales que son el sellado y el templado. El vidrio es sellado con pintura según la marca que requiera el mismo, en la esquina posterior del cristal y finalmente pasa al horno de templado, donde es sometido a una gran cantidad de calor hasta volverse moldeable, para pasar por cámaras que fijan la curva del vidrio a presión y termina en una agresiva ventilación que disminuye la temperatura del cristal en el final del proceso de templado.

Para esto la empresa cuenta con máquinas de pulido, maquinaria de lavado y secado, un horno de templado vertical y un horno de templado horizontal. Estas maquinarias son de gran valor para la empresa en su costo y en su uso. El resultado final del proceso de producción de la fábrica es el vidrio de seguridad templado que es transformado desde su estado inicial como vidrio crudo.

CAPITULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Diagnóstico general

La empresa FVT Temperlite tiene amplia experiencia sobre el manejo de sus procesos debido al tiempo recorrido y al personal que trabaja en la fábrica, sin embargo, cada acción consecuente dentro del proceso se realiza sin un estándar ni un análisis determinado, es decir, no existe dentro de la organización del proceso de producción ciertas características que un modelo brinda para asegurar los resultados esperados y no manejar los procesos sin dirección, con esto, disminuir malos resultados o la falta de explotación de sus recursos, por tanto, dentro de la problemática que se analiza existen varios desperdicios en variables de tiempo y materia prima, pero no son estos los únicos, a través del modelo propuesto se logra un desempeño más eficiente en cada una de las variables.

Con la información de las métricas de producción de la empresa FVT Temperlite, se establece el cálculo de los indicadores KPI asignados a cada variable con distintas perspectivas de los datos obtenidos. Dentro de cada una de estas se manejan varias correlaciones, para, posteriormente guiar la mejora de la optimización sistema a través de la filosofía *Lean Manufacturing*, es decir, en primera instancia se busca implementar un estándar clave en la organización a través del cálculo de los KPI y en segundo lugar con el análisis de estos cálculos ordenar a la empresa hacia la metodología del sistema *Lean Manufacturing*.

Cuadro 3. Análisis comparativo de la propuesta

Factor	Indicadores KPI	Lean Manufacturing
Misión	Cálculos sobre el proceso de producción de la empresa guiados a través de un objetivo claro que busca mostrar la posición de eficiencia de las acciones que realiza la organización.	Un modelo para para la mejora en eficiencia del proceso de producción y sus resultados, para reducir el desperdicio al explotar recursos y asegurar resultados positivos.
Enfoque	Tomar las métricas de producción medidas y transformarlas a través de los indicadores KPI hacia la mejora de resultados para la empresa.	Analizar los resultados de los indicadores para aplicar la filosofía y corregir errores dentro de las variables más afectadas.
Pasos	Calcular los indicadores a través de las métricas en crudo Calcular los indicadores KPI guiados hacia la mejora de resultados	Definir los métodos de la filosofía que sean adecuados según los resultados de los indicadores Medir el alcance del modelo a través de cada indicador. Mejorar y controlar los resultados esperados de la utilización del modelo <i>lean manufacturing</i>

Fuente: elaboración propia

Key Performance Indicators

Estos indicadores clave de desempeño, sirven para mostrar las acciones que han sido más o menos efectivas dentro del proceso de producción y como tomar una mejor decisión sobre los resultados.

Todo indicador de desempeño serpa manejado a través de un objetivo específico, es decir; al desarrollar el indicador se tendrá claro que es lo que quiere conseguir con el cálculo del mismo y el alcance de esta visión. Esto se logra al establecer parámetros sobre el indicador de manera que este muestre de forma cuantitativa y cualitativa, los resultados.

Los indicadores muestran hallazgos numéricos para un análisis cuantitativo de cómo la empresa mejoraría sus resultados, al organizar estándares y aplicar la filosofía del modelo *Lean Manufacturing* dentro de las acciones que generan las variables del mismo calculo.

Indicador de Rendimiento

En el KPI de rendimiento entran en relación la cantidad de unidades producidas y el tiempo en el que se producen.

$$\text{Rendimiento} = \text{Cantidad de unidades producidas} / \text{Tiempo (horas o días)}$$

Tabla 7. Datos de rendimiento

Métricas	Tiempo	Unidades
	1 hora	6
	2 horas	13
	3 horas	24
	4 horas	39
	1 día	66
	2 días	137
	3 días	215
	4 días	305
	5 días	391

Fuente: elaboración propia

El cálculo de los indicadores de rendimiento se refleja desde la segunda hora y cantidad de unidades producidas.

Relación de rendimiento

A continuación, se relaciona los resultados de los distintos tiempos para general un escenario más real y una comparación amplia entre los indicadores.

Tabla 8. Desarrollo de indicadores de rendimiento

Ecuación	Descripción
$KPIR_1 = \frac{Un}{T}$ $KPIR = \frac{13U}{2h}$ $KPIR = 6.5 \%$	El rendimiento inicial del proceso de producción es de 6.5% en relación a la primera hora de trabajo.
$KPIR_2 = \frac{Un}{T}$ $KPIR = \frac{24U}{3h}$ $KPIR = 8 \%$	Aumento del 1.5% de rendimiento en la segunda hora de trabajo
$KPIR_3 = \frac{Un}{T}$ $KPIR = \frac{39U}{4h}$ $KPIR = 9.75 \%$	Incremento del 1.75% de rendimiento en la tercera hora de trabajo
$KPIR_4 = \frac{Un}{T}$ $KPIR = \frac{66U}{24h}$ $KPIR = 2.75 \%$	El rendimiento inicial del proceso de producción es de 2.75% en relación al primer día de trabajo
$KPIR_5 = \frac{Un}{T}$ $KPIR = \frac{137U}{48h}$ $KPIR = 2.85 \%$	Acrecentamiento del 0.10% de rendimiento en el segundo día de trabajo.
$KPIR_6 = \frac{Un}{T}$ $KPIR = \frac{215U}{72h}$ $KPIR = 2.98 \%$	Ampliación del 0.13% de rendimiento en el tercer día de trabajo.
$KPIR_7 = \frac{Un}{T}$	Aumento del 0.19% de rendimiento en el cuarto día de trabajo

Fuente: elaboración propia

Es así que en los resultados del proceso producción en tiempos de horas de trabajo, el indicador contribuye con una apreciación porcentual baja en relación a las unidades producidas en la primera hora de trabajo, que fue del 6.5%, esto se debe al tiempo que

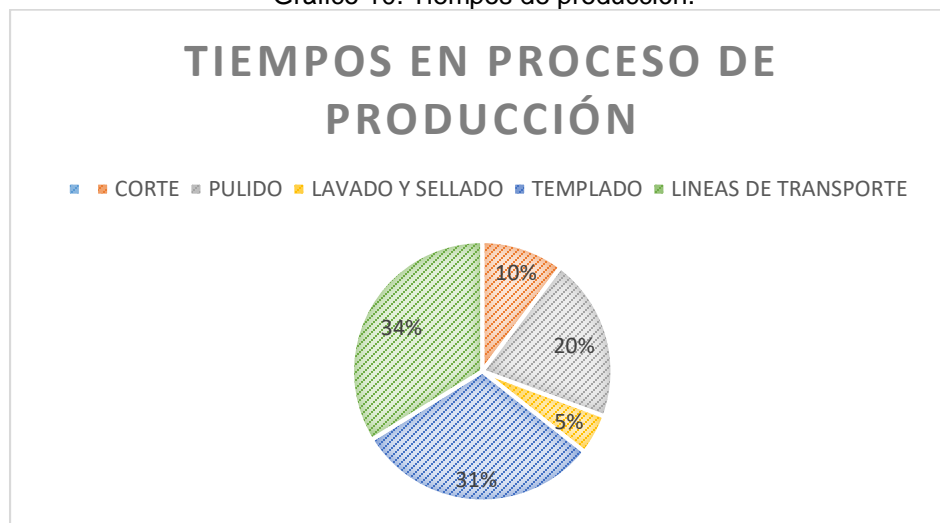
toma la producción del vidrio y a las líneas de transporte que dentro de los resultados de la ficha de observación resaltó como una de las variables más conflictivas para el flujo continuo de la producción como se muestra en la tabla número 3 y su respectiva gráfica.

Tabla 9. Resultados de la variable tiempo

Variable	Métricas	Resultado	Observaciones
Tiempo	Tiempo de corte de la materia prima ventanearía línea automotriz	1.13	
	Tiempo de pulido ventanearía línea automotriz	2.24	
	Tiempo de lavado y sellado ventanearía línea automotriz	0.55	
	Tiempo de templado en horno ventanearía línea automotriz	3.36	
	Tiempo de templado en horno ventanearía línea automotriz	3.72	Líneas de transporte y espera
	Tiempo de empaquetado ventanearía línea automotriz	2.14	Fuera del proceso
	Hora de inicio del proceso	10:21	
	Hora de finalización del proceso	10:32	
	Tiempo de producción ciclo completo ventanearía línea automotriz	11.00	Parcial de producción

Fuente: elaboración propia

Gráfico 10. Tiempos de producción.



Fuente: elaboración propia

Dentro de las 5S del *Lean Manufacturing* con el principio de orden (*Seiton*) y clasificación (*Seiri*) las líneas de transporte multiplican su rapidez y efectividad lo que produce mejorar en el porcentaje de rendimiento por hora de la empresa.

Existe un crecimiento porcentual constante entre horas de producción que no disminuye ni genera cambios negativos dentro del sistema, al llegar a la relación de unidades con días, el porcentaje de rendimiento inicial es del 2.75% que también representa un porcentaje bajo, sin embargo, este depende del índice porcentual por hora de la cantidad de unidades producidas, por tanto, la corrección según el modelo debe darse desde los índices iniciales para que los resultados mejoren como una cadena de dominó desde la base de la problemática.

Al comparar los aumentos porcentuales de los indicadores en horas y días, estos no reflejan una disminución en ninguno de los casos, pero el incremento es mínimo, para la explotación de recursos el modelo otorga los principios clave de minimización del despilfarro para no generar segundas vueltas de un mismo producto y calidad a la primera pasada, esto para poder mejorar el alcance de los incrementos porcentuales que dentro de los indicadores KPI son bajos.

Indicador de Tiempo de ciclo

En el KPI de tiempo de ciclo entran en relación la hora de inicio y final del proceso de producción y como resultado se obtiene la métrica de tiempo de producción, por lo que este indicador es de los más sencillos, el objetivo de este indicador en el estudio es empezar a crear un estándar a través del modelo.

Tiempo de ciclo = Hora de finalización del proceso – Hora de inicio del proceso

Tabla 10. Datos en tiempos de ciclo

	Hora inicial	Hora final	Tiempo final
Métricas	10:21	10:32	11m

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Procesos y resultados

Métrica	Resultado
Corte	1.13
Pulido	2.24
Lavado y sellado	0.55

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Variables y resultados

Variables	Resultado
Líneas de transporte	3.72
Templado	3.36

Fuente: elaboración propia

Indicador de relación

A través del indicador de tiempos de ciclo de producción se miden los parciales del mismo, que toman las acciones con más impacto dentro del total del ciclo, para crear nuevos indicadores de relación con el principio básico de una regla de 3, y obtener comparaciones que sirvan en el análisis de cualquier indicador.

Las variables de línea de transporte y el templado, representan un corte amplio en el flujo continuo de la producción en la organización, *Lean Manufacturing* busca mantener el flujo de producción constantemente en mejora y desarrollo para tener la máxima eficacia y evitar costes innecesarios.

Relación en líneas de transporte – Templado

$$KPI_r = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{Parcial de ciclo}}$$

Tabla 13. Tiempos de ciclo óptimos

Fórmula	Descripción
$KPI_r = \frac{11m}{1.13 * 100}$ $KPI_r = 10.27$ $KPI_r = 10.27\%$	Relación de ciclo completo y tiempo de corte
$KPI_r = \frac{11m}{2.24 * 100}$ $KPI_r = 20.36$ $KPI_r = 20.3\%$	Relación ciclo completo y tiempo de pulido
$KPI_r = \frac{11m}{0.55 * 100}$ $KPI_r = 5$ $KPI_r = 5\%$	Relación ciclo completo y tiempo de lavado y sellado

Fuente: elaboración propia

A través de los recursos utilizados de manera óptima dentro de los movimientos del proceso se replican las variables positivas dentro de las acciones que no generen valor al sistema de la organización, si los procesos de corte, pulido, lavado y sellado, cuentan con un manejo reformado de sus tiempos, serán estandarizados, de tal manera que para la empresa represente una fortaleza y sea una base irrompible en el flujo continuo de la producción.

Tabla 14. Tiempos de ciclo por optimizar

Fórmula	Descripción
$KPI_r = \frac{11m}{3.72 * 100}$ $KPI_r = 33.81$ $KPI_r = 33.8\%$	Relación de ciclo completo y tiempo en líneas de transporte
$KPI_r = \frac{11m}{3.36 * 100}$ $KPI_r = 30.5\%$	Relación ciclo completo y tiempo de templado

Fuente: elaboración propia

Las líneas de transporte y el proceso de templado dentro de la producción suman el 64.3% del ciclo completo de producción, este porcentaje representa más de la mitad del tiempo y es un cuello de botella en el flujo, dentro del modelo se corregirán estos tiempos a través de la limpieza de movimientos innecesarios y la mejor utilización del espacio dentro de las acciones de las líneas de transporte.

Indicador previsión de la demanda

En el KPI de previsión de la demanda entra la visualización a futuro de satisfacer al cliente según la materia prima necesaria para este cometido, aunque depende de varios factores externos, este indicador es otro aporte certero en la creación de un estándar para la organización.

Demanda prevista de los clientes = Materias primas * Ritmo de producción

Tabla 15. Datos de materia prima y ritmo de producción

Métricas	Diaria	Semanal
Producción utilizada	78	391
Producción neta	104	520

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Datos de materia prima adquirida y usada

Métricas	Adquirida	Utilizada
Materia prima	10 planchas	7 planchas
Unidades		391

Fuente: elaboración propia

El ritmo de producción será variable, al utilizar los datos recolectados de distintos puntos de vista para el mayor asertividad.

Tabla 17. Previsión de unidades

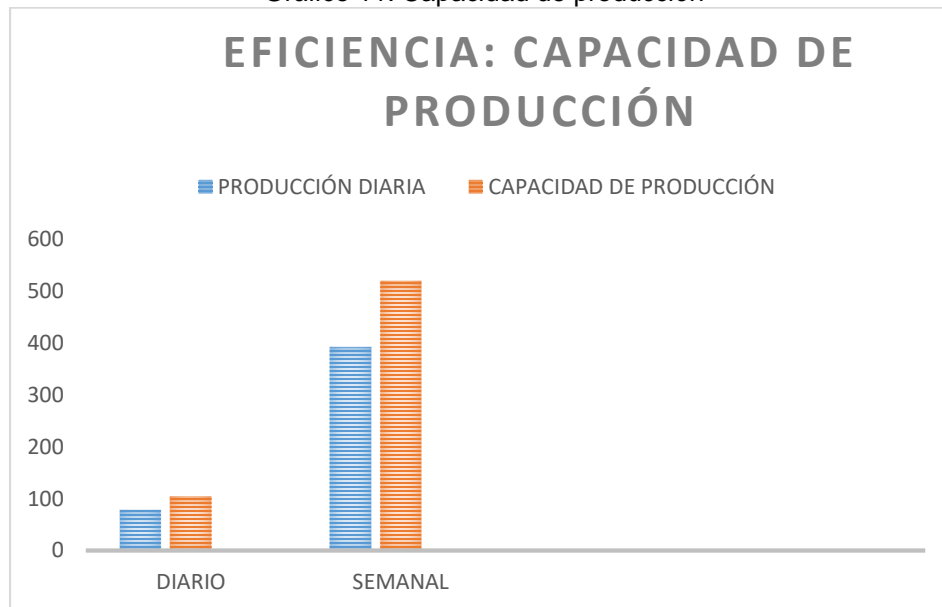
Fórmula	Descripción
$KPI_d = \text{Materia prima} * \text{Ritmo de producción}$ Rit. Pro = 391 U/7 Rit. Pro = 55U x Mp	Cantidad de unidades promedio producidas
$KPI_d = \text{Materia prima} * \text{Ritmo de producción}$ $KPI_d = 10 \text{ Mp} * 55U$ $KPI_d = 550 \text{ U}$	Capacidad completa de producción de la organización
$KPI_d = \text{Materia prima} * \text{Ritmo de producción}$ $KPI_d = 7 \text{ Mp} * 55U$ $KPI_d = 385 \text{ U}$	Cantidad de unidades necesarias en la previsión de demanda

Fuente: elaboración propia

Existe un leve despilfarro en compras de materia prima extra que no se utiliza en el periodo de tiempo programado, el objetivo principal de la manufactura esbelta es llegar a trabajar en un flujo continuo que exija solo lo justo para la producción satisfactoria del cliente y de la organización, mientras, se evitan este tipo de fallos a través de su identificación con los indicadores.

La empresa está en la capacidad de llegar a producir las 550 unidades dentro del periodo programado y con la materia prima comprada, sin embargo, no es necesario y eleva costes de producción sin explotar los recursos de manera adecuada, por tanto, si la fábrica necesita producir un promedio de 391 unidades no es necesario la compra de 10 planchas de materia prima, hay que realizar un acercamiento hacia la adquisición de 7 planchas para cumplir con un estándar más ajustado a las necesidades de la empresa y al modelo para evitar este despilfarro. Esto también se evidencia en la gráfica N.7 sobre la capacidad de producción y la producción realizada.

Gráfico 11. Capacidad de producción



Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, alrededor del periodo de tiempo semanal que se estudia y según un correcto análisis de proyección, la empresa no necesita comprar 10 planchas semanales o 40 mensuales, sino solo 28 planchas de vidrio al mes, lo que significa un ahorro de costes y recursos de casi el 30% en comparación al manejo actual de la empresa.

Indicador de Consecución de la producción

En este KPI entra en relación del flujo total de la producción y mide el nivel de esta en un ciclo de tiempo en concreto, al utilizar los periodos de tiempo totales y parciales.

Consecución de la producción = Cantidad de períodos de tiempo con el objetivo de producción cumplido / Total de períodos de tiempo

Tabla 18. Datos de consecución

Métricas	Periodos	Total	Número de pedidos
Corte	1.13		
Pulido	2.24		
Lavado y sellado	0.55		
Templado	3.36		
Líneas de transporte	3.72	11	5
Empaquetado	2.14	13.14	6

Fuente: elaboración propia

La consecución de la producción se mide a través de los tiempos de producción para determinar la efectividad del ciclo con indicadores de relación en primera instancia y posteriormente los periodos.

Tabla 19. Consecución de ciclo

Ecuación	Descripción
$KPI_C = \frac{\text{Periodos de producción}}{\text{Periodos totales}}$ $KPI_C = \frac{5}{6}$ $KPI_C = 0.83$ $KPI_C = 83\%$	Porcentaje de utilización de periodos para culminar la producción

Fuente: elaboración propia

El nivel del flujo de producción sobre el ciclo completo es de un nivel alto sobre el 80% de los periodos, esto es evidente gracias a que se utiliza casi la totalidad de parciales en la producción para la culminación del producto, sin tomar en cuenta el empaquetado que toma un proceso de espera antes de ser realizado, ahora, para analizar la situación del manejo del ciclo de producción hay que realizar otras comparaciones con los parciales, es decir, al obtener el resultado de un flujo con un nivel alto dentro de la producción, es factible comprender el nivel de cada una de las partes del mismo ciclo para crear un indicador de relación.

Tabla 20. Indicadores de consecución de periodos

Ecuación	Descripción
$KPI_r = \frac{\text{Periodo} * 100}{\text{Periodo total}}$ $KPI_r = \frac{1.13 * 100}{11}$ $KPI_r = 10.27\%$	Porcentaje de relación de la consecución del periodo completo y el parcial de corte.
$KPI_r = \frac{\text{Periodo} * 100}{\text{Periodo total}}$ $KPI_r = \frac{2.24 * 100}{11}$ $KPI_r = 20.36\%$	Porcentaje de relación de la consecución del periodo completo y el parcial de pulido
$KPI_r = \frac{\text{Periodo} * 100}{\text{Periodo total}}$ $KPI_r = \frac{0.55 * 100}{11}$ $KPI_r = 5\%$	Porcentaje de relación de la consecución del periodo completo y el parcial de lavado y sellado
$KPI_r = \frac{\text{Periodo} * 100}{\text{Periodo total}}$ $KPI_r = \frac{3.36 * 100}{11}$ $KPI_r = 30.54\%$	Porcentaje de relación de la consecución del periodo completo y el parcial de templado
$KPI_r = \frac{\text{Periodo} * 100}{\text{Periodo total}}$ $KPI_r = \frac{3.72 * 100}{11}$ $KPI_r = 33.81\%$	Porcentaje de relación de la consecución del periodo completo y las líneas de transporte

Fuente: elaboración propia

Según la estandarización (Seiketsu) del modelo *Lean Manufacturing*, un sistema de producción llegará a tener un estándar, para posteriormente tomar control y disciplina en el mismo (Shitsuke), los porcentajes del flujo total de producción que obtuvo un 83% de nivel de efectividad sobre sus periodos, se convierte en el 100% de los parciales de las acciones que encierra el proceso completo, estos porcentajes adquirirán un carácter de precisión para poder seguir controlándolas y llevados a un alto nivel de estándar, es decir, si el proceso de templado con el tiempo que maneja actualmente representa el 33.81% del flujo, debe mantenerse y mejorarse, mantenerse con

disciplina a través de los principios del modelo de la manufactura esbelta y mejorarse con avances en el nivel de calidad Seis Sigma.

Indicador de tiempo de transición

En este KPI entra en relación el tiempo neto que la organización maneja para la entrega de sus pedidos y el tiempo que le toma a la misma realizar el producto terminado, para establecer un estándar de transición en los tiempos.

Tiempo de transición = Tiempo disponible neto – Tiempo de producción

Tabla 21. Datos de tiempo

Métricas	Diaria
Tiempo de producción	11 min
Tiempo disponible neto	1 hora
Horas de trabajo	8 horas

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Desperdicio de transición

Ecuación	Descripción
$KPI_t = \text{Tiempo disponible neto} - \text{Tiempo de producción}$ $KPI_t = 60 \text{ min} - 11 \text{ min}$ $KPI_t = 49 \text{ min}$	Desperdicio de tiempo dentro del indicador de transición

Fuente: elaboración propia

Tabla 23. Relación a tiempo de entrega

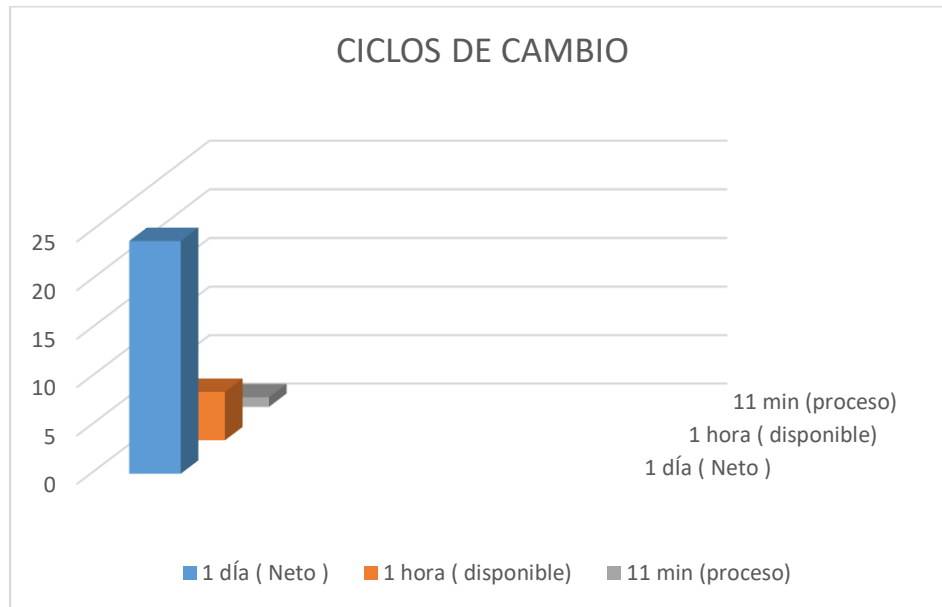
Fórmula	Descripción
$KPI_{rt} = \text{Horas de trabajo} - KPI_t$ $KPI_t = 8 \text{ horas} - 49 \text{ min}$ $KPI_t = 7 \text{ horas}$	Relación de desperdicio con el tiempo de entrega neto en horas de trabajo

Fuente: elaboración propia

A pesar de existir cierto resultado positivo con el tiempo de relación de entrega, este es amplio, la empresa cuenta con 7 horas de trabajo posterior a la producción del

producto, el intervalo extra exagerado también genera un desperdicio dentro de la organización.

Gráfico 12. Ciclos de cambio.



Fuente: elaboración propia.

Según el modelo *Lean Manufacturing* dentro del periodo de espera para la entrega existe un desperdicio, que será acortado para mejorar el proceso del sistema, pues, al llegar el corte del lapso de envío existe comúnmente un paro en el flujo continuo de la producción, por tanto, mientras más rápido el producto sale en entrega de la fabricación, más se mantiene en la continuidad del proceso. Los datos que resalta el indicador de la Gráfica 12 también se constatan en la gráfica de métricas y resultados en ciclos de cambio.

CONCLUSIONES

- La fundamentación teórica de las bases y el desarrollo del modelo *Lean Manufacturing* concluye que el uso del modelo sirve para controlar y organizar todo tipo de movimiento dentro de la fabricación de una empresa. Dentro de la investigación se usan diversos principios como la reducción de tareas y uso de herramientas, para demostrar las debilidades de la empresa, con el fin de guiar los movimientos hacia la reducción del uso de recursos y maximizar las ganancias, de tal manera que todo el proceso se transforma en un flujo continuo y óptimo.
- Al Diagnosticar la situación actual del proceso de producción donde se apliquen métricas en la empresa FVT Temperlite es claro que uno de los cuellos de botella más evidente es el transporte dentro del sistema, las líneas de movimiento representan un amplio porcentaje de demora en cuestión tiempo que resulta en el desperdicio de recursos y falta de eficiencia en términos de producción.
- Se concluye dentro de la investigación que los indicadores KPI son capaces de evidenciar falencias clave que pueden ser redirigidas a través del modelo *Lean Manufacturing*, es decir estas dos directrices son esenciales y caminarán de la mano constantemente dentro de la organización para mejorar sus respuestas a las problemáticas, además, al manejar cualquiera de los indicadores KPI el análisis de sus resultados y las consecuentes acciones son guiadas a través del modelo y sus principios para generar así una base fuerte con sus herramientas.
- Identificar la herramienta de *Lean Manufacturing* aplicable a la empresa FVT Temperlite para incrementar la productividad y como resultado podemos establecer claramente que el modelo a través de sus principios es un sinónimo

de avance para la organización y para la creación de mejores estándares de calidad, los mismos que son inexistentes actualmente en la empresa, la misma que través del uso adecuado del modelo puede evitar el despilfarro en todas las partes del sistema, representando un óptimo porcentaje de mejora.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable el uso del modelo *Lean Manufacturing* ya que debido a la falta un sistema adecuado para el análisis para sus procesos de producción y sus resultados, la empresa desperdicia una oportunidad invaluable para la consecución de generaciones y trascendencia a futuro para la empresa, este modelo se adecua en un nivel muy alto a las necesidades actuales del proceso de producción, debido a que brinda herramientas para la corrección de acciones inadecuadas y actúa como un microscopio para identificar problemáticas que deben ser manejadas de manera óptima.
- Corregir, a través de los principios del modelo *Lean Manufacturing* la limpieza y orden de las líneas de transporte para la optimización de tiempo y resultados, de esta manera la organización disminuirá los periodos en transporte para conseguir un flujo más continuo.
- La producción debe trabajar con el promedio de unidades justas dentro de los ciclos de tiempo para crear un estándar dentro del sistema en relación a cantidad de producción, capacidad de producción y llevar este estándar hasta el máximo de calidad guiado por el nivel Seis Sigma y las herramientas del modelo.
- Para las variables que presentan métricas inadecuadas para la eficiencia de la organización, se debe mantener un análisis constante de los indicadores *KPI* hasta establecer un estándar óptimo y marcado como guía dentro del proceso de producción y sus resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Akdeniz, C. (2015). *Lean manufacturing explained*. Can Akdeniz.

Apango, C. (2021). *La aplicación del kaizen en una empresa automotriz o de manufactura: kaizen, mejora continua, desperdicios, pensamiento esbelto, productividad. (spanish edition)*. Independently Published.

Chavalié, J. (2022). *Control del proceso de producción de la línea de pastillas en la compañía CALBAQ S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil mediante una propuesta de implementación de Key Performance Indicators (KPI'S) (tesis de posgrado)*. Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador.

Contreras, V., & Cota, G. (2017). *Manual de lean manufacturing. guía básica (spanish edition) (3de edition)*.

De la Torre, J. (1998). *Metodología para implementar sistemas de manufactura esbelta en operaciones de ensamble*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Espinosa, J., García, J., & Gómez, A. (2015). *Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing*. *Magazín Empresarial*, 11(28), 33-44.

Figuroa, J. (2021). *Modelo de producción basado en el lean manufacturing*. Alianza Editorial.

González, P., & Gacharná, V. (2013). *Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones mercy empleando herramientas de lean manufacturing* (tesis de grado). Pontificia universidad javeriana facultad de ingeniería.

Herrera, E., Montes, G. (2021). *Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos de una empresa de fabricación de vidrios de seguridad, aplicando herramientas lean manufacturing* (tesis de grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Monden, Y. (2011). *Toyota production system*. Taylor & Francis.

Ortiz, V., Pardo, H. (2021). *Importancia y ventajas de los KPI (Key Performance Indicators) en los proyectos: enfoque de procesos en el sector petrolero* (tesis de grado). Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga.

Rojas, A., Gisbert, V. (2017). *Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas*. 3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico.

Vargas, J (2018). *Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta lean manufacturing*. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas. Universidad de Guadalajara. México

Wilson, I. (2009). *How to implement lean manufacturing*. McGraw-hill education.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de observación para el proceso de producción de la empresa FVT Temperlite



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO

DATOS GENERALES

AUTOR DEL INSTRUMENTO: Erick López

El investigador cumple con la función de recolectar la información requerida en la siguiente ficha de observación.

EMPRESA: FVT TEMPERLITE

OBJETIVO DE EVALUACIÓN: La presente ficha de observación tiene como objetivo recolectar métricas de distintas variables que se pueden medir dentro del proceso de producción de la empresa FVT Temperlite.

TESIS DE TITULACIÓN: Análisis del proceso de producción a través de Lean Manufacturing en la empresa FVT Temperlite

FICHA DE OBSERVACIÓN

VARIABLE	MÉTRICAS	RESULTADO	OBSERVACIONES
TIEMPO			
	Tiempo de corte de la materia prima ventanearía línea automotriz		
	Tiempo de pulido ventanearía línea automotriz		

	Tiempo de lavado y sellado ventanearía línea automotriz		
	Tiempo de templado en horno ventanearía línea automotriz		
	Tiempo de templado en horno ventanearía línea automotriz		
	Tiempo de empaquetado ventanearía línea automotriz		
	Hora de inicio del proceso		
	Hora de finalización del proceso		
	Tiempo de producción ciclo completo ventanearía línea automotriz		
VARIABLE	MÉTRICAS	RESULTADO	OBSERVACIONES
RENDIMIENTO	Número de unidades producidas por hora		
	Número de unidades producidas por hora		
	Número de unidades producidas por hora		
	Número de unidades producidas por hora		
	Número de unidades producidas por hora		
	Número de unidades producidas por día		
	Número de unidades producidas por día		
	Número de unidades producidas por día		
	Número de unidades producidas por día		
	Número de unidades producidas por día		

VARIABLE	MÉTRICAS	RESULTADO	OBSERVACIONES
CICLOS DE CAMBIO			
	Tiempo disponible de producción en pedido		
	Demanda diaria		

	Tiempo de producción ventanearía automotriz		
	Tiempo disponible neto		

VARIABLE	MÉTRICAS	RESULTADO	OBSERVACIONES
MAQUINARIA			
	Tiempo de inactividad de maquinaria		
	Tiempo de funcionamiento de maquinaria		
	Tiempo de inactividad de maquinaria		
	Tiempo de funcionamiento de maquinaria		
	Mantenimiento planificado		
	Mantenimiento realizado		

VARIABLE	MÉTRICAS	RESULTADO	OBSERVACIONES
EFICIENCIA			
	Cantidad de producción utilizada		
	Capacidad de producción total		
	Cantidad de producción utilizada		
	Capacidad de producción total		
	Unidades de calidad		
	Total de unidades producidas		
	Unidades de calidad		
	Total de unidades producidas		

VARIABLE	MÉTRICAS		
COSTOS			

	Uso real de materias primas		
	Uso previsto de materias primas		
	Coste total de mantenimiento		
	Número de unidades producidas		

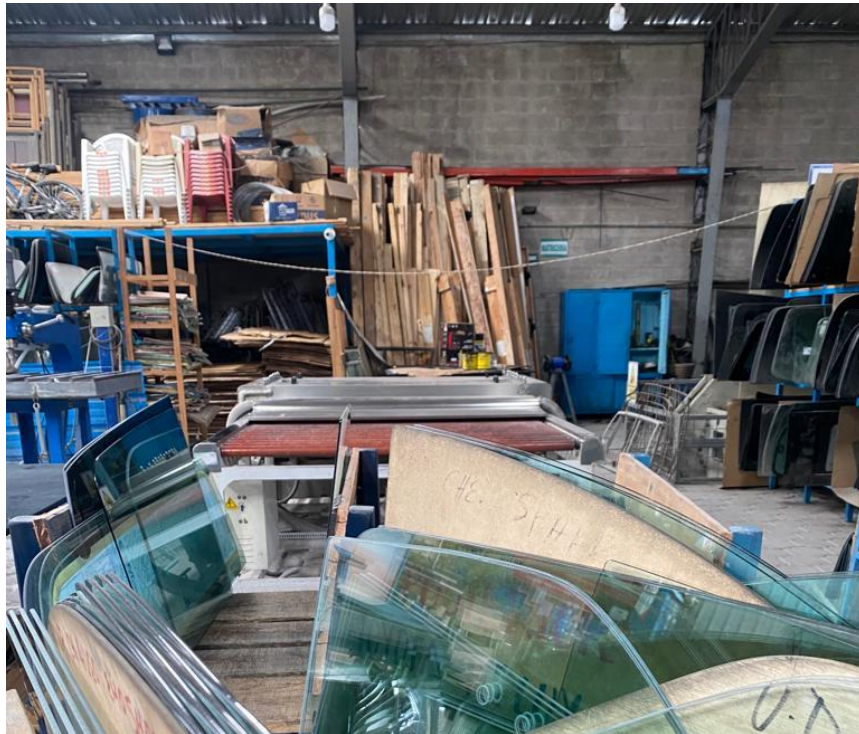
Anexo 2: Área de templado - maquinaria



Anexo 3: Producto terminado – inventario



Anexo 4: Área de sellado y lavado – maquinaria



Anexo 5: Materia prima



Anexo 6: Sector de materia prima



Anexo 7: Maquinaria – Pulidoras y sector de pulido

Anexo 8: Maquinaria – Perforadora**Anexo 9: Sector de templado - horno vertical**

Anexo 10: Sector de templado - horno horizontal



Anexo 11: Sector de bodega - producto terminado



Anexo 12: Sector de templado - horno de laminado