



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CARRERA DE INGENIERÍA DE EMPRESAS
MODALIDAD DUAL

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención de título de

INGENIERO DE EMPRESAS

TEMA:

“SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA LA
EMPRESA INDUPALETS, DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO.”

AUTORA:

MARÍA GABRIELA MARIÑO OROZCO

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

Certificamos que el presente trabajo de investigación sobre el tema “SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA LA EMPRESA INDUPALETS, DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”, previo a la obtención de título de Ingeniero de Empresas que ha sido desarrollado por la señorita María Gabriela Mariño Orozco, el mismo que ha cumplido con las normas de Investigación Científica y una vez procedido a realizar su debido análisis de su contenido se autoriza su presentación.

Ing. Jorge Bolívar Alvarado Maldonado

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Denise Liliana Pazmiño Garzón

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Yo, María Gabriela Mariño Orozco, estudiante de la Escuela de Ingeniería de Empresas Modalidad Dual, declaro que el trabajo para titulación que presento es auténtico y original. Soy responsable de las ideas expuestas y los derechos de autorización corresponden a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

María Gabriela Mariño Orozco

DEDICATORIA

El esfuerzo y dedicación de la presente investigación se los dedico a mis padres, a Julio Mariño y a Norma Orozco quienes son el pilar fundamental de mi vida y me han enseñado que con esfuerzo podré alcanzar lo que desee y me lo proponga, siempre teniendo presente los valores que me han inculcado.

María Gabriela Mariño Orozco

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por permitirme lograr este objetivo tan importante en mi vida, y también a mis padres porque sin su ayuda, comprensión y apoyo nada de esto sería posible, especialmente a mi padre Julio Mariño, por permitirme trabajar junto a él durante estos tres años y enseñarme su experiencia profesional.

Al Ingeniero Jorge Alvarado por compartir conmigo sus conocimientos y permitirme realizar un trabajo de grado de calidad.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas, por la oportunidad que me han brindado para poder estudiar y prepararme para convertirme en una buena profesional.

María Gabriela Mariño Orozco

ÍNDICE GENERAL

Portada.....	i
Certificación del Tribunal.....	ii
Certificado de Responsabilidad	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice General.....	vi
Índice de Ilustraciones	ix
Índice de Tablas	xi
Índice de Anexos	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción	xv
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Formulación del Problema de investigación	1
1.1.2. Delimitación del Problema.....	2
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. HILO CONDUCTOR.....	5
2.1.1. Administración de operaciones	6
2.1.2. Operaciones de dirección	8
2.1.3. Gestión del inventario	14
2.1.4. Lean manufacturing.....	34

2.1.5. Experiencias en otras empresas	66
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	68
3.1. HIPOTESIS O IDEA A DEFENDER	68
3.1.1. Hipótesis General.....	68
3.1.2. Hipótesis Alternativas.....	68
3.2. VARIABLES	68
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	69
3.3.1. Tipos de estudio de investigación	69
3.4. Población y Muestra	70
CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS	72
4.1. METODOLOGÍA, GUÍA Y/O PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA	72
4.1.1. Cuestionarios	73
4.1.2. Tabulación	75
4.2. PROPUESTA.....	82
4.2.1. FODA	82
4.2.2. Matriz cuadrática FODA	83
4.2.3. Fase 1. Separar / Clasificar (Seiri).....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.4. Fase 2. Ordenar (Seiton).....	87
4.2.5. Fase 3. Limpiar (seiso)	91
4.2.6. Fase 4. Control visual / Estandarización (Seiketsu)	97
4.2.7. Fase 5. Disciplina (shitsuke)	100
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.....	105
4.3.1. Elementos para la elaboración del pallet europeo	105
4.3.2. Descripción del proceso de elaboración del pallet europeo	108
4.3.3. Estudio de tiempos por actividad	119
4.3.4. Control de tiempos y movimientos	128

4.3.5. Diagrama de procesos	129
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES.....	132
BIBLIOGRAFÍA	134
ANEXO 1	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Hilo Conductor	5
Ilustración 2: Gráfico ABC.....	17
Ilustración 3: Casa del Lean Manufacturing.....	43
Ilustración 4: Los pilares del TPM	51
Ilustración 5: Diagrama del Sistema Kanban	56
Ilustración 6: Cuestionario N° 1	73
Ilustración 7: Cuestionario N° 2	75
Ilustración 8: Pregunta n° 1 - Cuestionario n° 2.....	77
Ilustración 9: Pregunta n° 2 - Cuestionario n° 2.....	77
Ilustración 10: Pregunta n° 3 - Cuestionario n° 2.....	78
Ilustración 11: Pregunta n° 4 - Cuestionario n° 2.....	78
Ilustración 12: Pregunta n° 5 - Cuestionario n° 2.....	79
Ilustración 13: Pregunta n° 6 - Cuestionario n° 2.....	79
Ilustración 14: Pregunta n° 7 - Cuestionario n° 2.....	80
Ilustración 15: Pregunta n° 8 - Cuestionario n° 2.....	80
Ilustración 16: Pregunta n° 9 - Cuestionario n° 2.....	81
Ilustración 17: Pregunta n° 10 - Cuestionario n° 2.....	81
Ilustración 18: Flujoograma de Clasificación de Innecesarios	84
Ilustración 19: Formato General - Ficha Clasificación de Elementos	84
Ilustración 20: Formato Individual - Ficha de clasificación de Elementos	85
Ilustración 21: Tarjeta de Innecesarios	86
Ilustración 22: Círculo de frecuencia de uso de elementos	88
Ilustración 23: Tarjeta de Elementos Necesarios.....	89
Ilustración 24: Formato para Área Administrativa - Ficha de Limpieza.....	95
Ilustración 25: Formato Área de Producción - Ficha de Limpieza.....	95
Ilustración 26: Formato Bodega - Ficha de Limpieza	96
Ilustración 27: Formato Montacargas - Ficha cambio de aceite.....	98
Ilustración 28: Formato Maquinaria - Ficha de engrasado	98
Ilustración 29: Tarjeta para optimización de actividades N° 1	99
Ilustración 30: Tarjeta para optimización de actividades N° 2.....	99
Ilustración 31: Formato Check List / Lista de Chequeo	103

Ilustración 32: Pallet Europeo.....	106
Ilustración 33: Flujograma Preparación de Tablas	110
Ilustración 34: Flujograma Preparación de Tacos	112
Ilustración 35: Flujograma Proceso de Ensamblado.....	116
Ilustración 36: Flujograma Proceso de Sanetizado.....	117
Ilustración 37: Flujograma Elaboración Pallet Europeo.....	119
Ilustración 38: Control de Tiempos y Movimientos.....	128
Ilustración 39: Diagrama de Procesos	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Costos de las provisiones como porcentajes de ventas.....	10
Tabla 2: Consideraciones para tomar decisiones de comprar o producir	12
Tabla 3: Destreza o Habilidad	25
Tabla 4: Esfuerzo o Empeño.....	26
Tabla 5: Condiciones	26
Tabla 6: Consistencia.....	27
Tabla 7: Puntaje según el grado de tensión.....	31
Tabla 8: Variables	68
Tabla 9: Nivel Directivo	70
Tabla 10: Nivel Operario	70
Tabla 11: FODA	83
Tabla 12: Matriz cuadrática FODA	83
Tabla 13: Tarjeta codificada para Proveedores de Madera.....	90
Tabla 14: Tarjeta codificada para Proveedores de Materiales	90
Tabla 15: Tarjeta codificada para Personal.....	91
Tabla 16: Madera	106
Tabla 17: Materiales	107
Tabla 18: Maquinaria.....	107
Tabla 19: Estudio de Tiempos por Actividad	119

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1.....	151
-----------------	-----

RESUMEN

La empresa INDUPALETS fue constituida el 17 de mayo de 1996 como productora y comercializadora de pallets destinados a empresas exportadoras. Actualmente se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba, parroquia Lican, sector Cunduana-Corona Real, la cual en la actualidad cuenta con 14 trabajadores que laboran dentro de la institución.

Como parte de un cambio de filosofía empresarial se adoptado las estrategias de manufactura, a las cuales se están acoplando las compañías para mejorar su posición competitiva y un aumento de la productividad empresarial.

Durante el desarrollo de este proyecto se presenta el diseño de un sistema de producción conociendo que la empresa carece de un método que ayude al aprovechamiento de su capacidad instalada y por medio del Lean Manufacturing que es considerado como apoyo para la gestión y planificación de operaciones a través de la implementación de sus herramientas se podrá lograr un cambio en el desarrollo e ideología de la empresa.

En el proyecto podremos observar por medio de la creación de flujogramas los cuales cumplen la función de mostrar el procedimiento paso a paso que se debe llevar a cabo al momento de la fabricación del producto, al igual que la elaboración de control de tiempos y movimientos de cada actividad a través de la implementación de fórmulas con el fin de identificar el tiempo estándar que lleva preparar el pallet, al final se complementa con un diagrama de procesos el cual resume todo el proceso señalado. Muestra también a través de la herramienta 5S en la cual existen 5 fases que permiten crear y mantener orden y limpieza dentro de la planta de fabricación, con la finalidad de lograr un ambiente más organizado y seguro que permita reducir desperdicios, espacios y tiempos de búsqueda considerados como innecesarios. El objetivo principal es lograr el funcionamiento más eficiente tanto del personal en sus áreas de trabajo como de la maquinaria.

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

El Lean Manufacturing es una filosofía de excelencia de fabricación, basada en la eliminación planeada de actividades que no agrega valor mediante la participación conjunta de directivos y trabajadores que se enfoca a mejorar la satisfacción del cliente interno y externo.

En el presente trabajo de investigación se propone el diseño de un sistema de Lean Manufacturing para la empresa INDUPALETS, empresa productora y comercializadora de pallets de pino, el cual asume el reto de adoptar esta filosofía de producción como respuesta a reducir tiempos de ciclo para la elaboración del producto y cumplir con los requerimientos cambiantes del mercado actual.

La presente investigación consta de cuatro capítulos, el Capítulo I detalla los antecedentes del problema, los objetivos y la justificación de la investigación. El Capítulo II contiene el desarrollo del marco teórico basado en un hilo conductor el cual indica el análisis de conceptos y teorías relacionadas con el tema de la investigación.

En el Capítulo III se encuentra el marco metodológico de la investigación, la hipótesis y las variables independiente y dependiente, además se encontrará los tipos de investigación que se emplearán, la población y la muestra y por último las técnicas de recolección de datos. El Capítulo IV está constituido por la elaboración del diseño de la herramienta Lean 5S en el cual constan todas las fases para poder realizar una correcta implantación una vez analizado el proyecto y además consta de una parte en la cual constan flujogramas y diagramas de procesos y cálculos para la elaboración del control de tiempos y movimientos.

Por último se encuentran las debidas conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos que sustentan la investigación.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La empresa INDUPALETS que se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba, carece de estándares de tiempo de los determinados trabajos desempeñados en cada área, ya sea de la maquinaria como del talento humano.

Actualmente la empresa posee diferentes problemas con respecto a los tiempos muertos para la elaboración del producto, lo que lleva al incumplimiento de pedidos semanales que el cliente demanda y consecuentemente la baja productividad de la empresa.

Empezando por el tiempo que se toman al momento de realizar los distintos procesos para la elaboración del producto final, es decir el tiempo que se desperdicia al trasladar la materia prima de un lugar a otro, además el tiempo perdido por el mantenimiento de la maquinaria por causa de irresponsabilidad por parte de los trabajadores al no realizarlo en el momento adecuado para que se pueda elaborar el pallet.

Durante los distintos proceso que la empresa tiene tanto maquinas como talento humano no poseen estándares de tiempo para el trabajo desempeñado en cada área, es por esto, la razón principal de este proyecto, implementar y aplicar herramientas del Lean Manufacturing con la finalidad de que la empresa elimine o logre disminuir los tiempos de ocio y busque alcanzar el mejoramiento continuo, logrando una mayor productividad.

1.1.1. Formulación del Problema de investigación

La empresa INDUPALETS fue constituida el 17 de mayo de 1996 como productora y comercializadora de pallets destinados a empresas exportadoras. Se conoce que la empresa no aprovecha toda su capacidad instalada, es decir, no cumple con el porcentaje requerido para considerarse productiva tanto en maquinaria como talento humano.

¿Se logrará una mayor productividad en el área de producción por medio de la aplicación de una herramienta de Lean Manufacturing? Tomando en cuenta que la

eliminación del despilfarro de materiales y ocio de los empleados conllevará a una mejora continua de los procesos productivos y por ende al aumento de la productividad.

La empresa carece de una planificación de producción lo que conlleva al desperdicio de materiales, sobreproducción, retraso en los trabajos, tiempo ocioso de empleados, entre otros. Todas estas circunstancias producen una baja productividad en la empresa, y pérdida de clientes que refleja la disminución de los ingresos.

1.1.2. Delimitación del Problema

Para la realización de la siguiente investigación, se ha podido determinar como objeto al Sistema de Producción, el cual servirá de base teórica para la realización del presente proyecto y a su vez de base para la práctica, la cual nos permitirá conocer e identificar cual será la modalidad más adecuada para poder alcanzar el objetivo que es la optimización de los recursos en general. En cuanto a las herramientas de Lean Manufacturing se ha determinado como el campo de acción, los cuales serán tomados como conceptos más específicos para la investigación y ayudarán a encontrar la solución más viable al problema de la empresa, por ende la consecución rápida de los objetivos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de producción del Lean Manufacturing dentro de la empresa INDUPALETS, para el área de producción.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la empresa Indupalets.
- Diseñar un sistema de producción para el aprovechamiento de recursos, herramientas y materiales dentro de la empresa.

- Proponer un modelo productivo que ayude al cumplimiento de pedidos y satisfacción del cliente.
-

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El Lean Manufacturing ha sido considerado una herramienta importante de gestión y planificación de operaciones dentro de muchas empresas, que se constituye como pieza clave en el desenvolvimiento de cualquier organización y que se relaciona de forma combinada con el resto de las funciones empresariales.

Por medio de una colección de herramientas el Lean Manufacturing pretende la mejora del sistema de fabricación por medio de la eliminación del despilfarro, teniendo en cuenta la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios.

Por medio de la aplicación y búsqueda de tácticas y estrategias precisas, nos permitirá implementar y sugerir soluciones concretas y aplicables a los inconvenientes de la empresa, de tal manera que todo el personal encuentre los medios para ayudar a reducir todos los contratiempos que día a día se vienen dando en cada área y sea una cooperación general para la búsqueda a la mejora y por lo tanto beneficio para todos, tanto empleados, trabajadores como a la empresa, entendiendo que la empresa lo hacen los trabajadores.

Con el correcto control de los tiempos y aplicación de las herramientas dentro de la empresa, tanto en el área de producción como en las distintas áreas que conforman la organización, se logrará mantener una planificación de operaciones y el control de tiempos, los cuales servirán de base de información para la realización del Lean Manufacturing, y conocimiento del personal, con el fin de obtener una mayor colaboración, responsabilidad y empoderamiento de su parte y por ende aumento de la productividad y obtener una ventaja competitiva.

Para la aplicación y medición correcta de las herramientas del Lean Manufacturing y los tiempos entre los procesos que se siguen para la fabricación de los pallets, es de suma importancia, que se cuente con la colaboración de todo el personal que se encuentra laborando dentro de la empresa, ya que facilitará la incorporación de estas técnicas de mejoramiento dentro de la empresa, con el propósito de contribuir con la búsqueda de una mejora del sistema de fabricación y crecimiento de la empresa.

Por medio de la elaboración del presente proyecto se está cumpliendo con los aspectos requeridos por el Plan Nacional del Buen Vivir, específicamente con el objetivo n° 10 que es el Impulsar la transformación de la matriz productiva, ya que en este objetivo consiste en generar mayor valor agregado a la producción nacional, alcanzar una mayor participación de la mano de obra calificada, entre otros, que es lo que se desea lograr con la elaboración de este proyecto ya que por medio del control de tiempos y movimientos realizados a los trabajadores de la planta se logrará cubrir las demandas requeridas por nuestros clientes y por medio de capacitaciones para los trabajadores tendremos una mano de obra calificada laborando en la empresa.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del Marco Teórico – Conceptual se ha realizado un hilo conductor, con el fin de tener una mayor comprensión y entendimiento del proceso investigativo, ya que será realizado de una manera coherente y precisa de tal manera que logre abarcar todo el proceso de la investigación.

2.1. HILO CONDUCTOR

**“Sistema de producción de Lean Manufacturing para la empresa INDUPALETS,
de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.”**

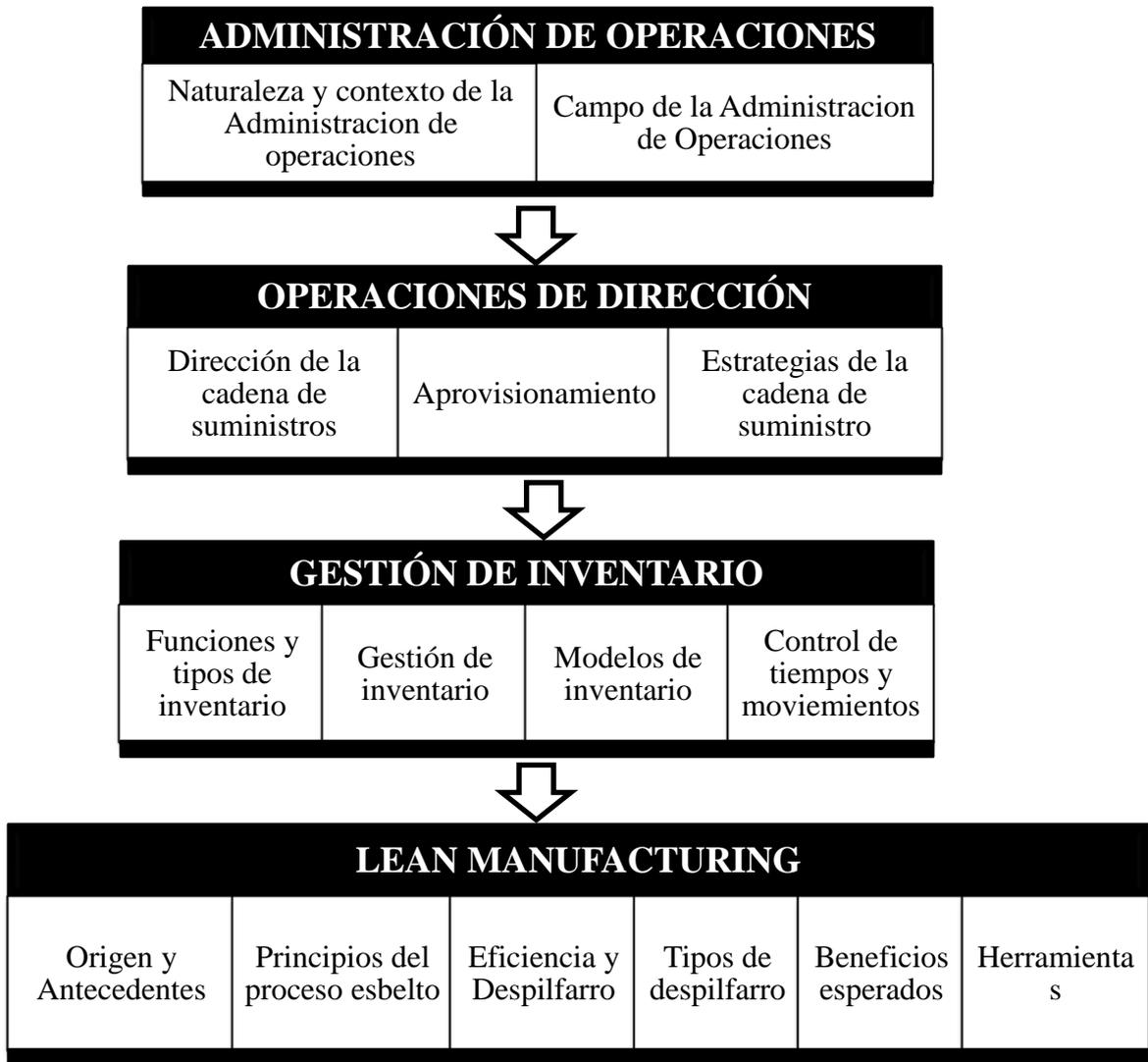


Ilustración 1: Hilo Conductor

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

2.1.1. Administración de operaciones

2.1.1.1. Naturaleza y contexto de la administración de operaciones

(Richard B. Chase, 1998) Señalo que la manera de administrar los recursos productivos es crucial para el crecimiento estratégico y la competitividad. La administración o gerencia de operaciones es la administración de estos recursos productivos. Tiene que ver con el diseño y el control de los sistemas responsables del uso productivo de materias primas, recursos humanos, equipos e instalaciones para el desarrollo de un producto o servicio. Esta sección explora los temas de estrategia de operaciones y competitividad, y explica cómo puede el campo de la administración de operaciones dar la orientación necesaria para adquirir y preservar una ventaja competitiva.

2.1.1.2. El campo de la administración de operaciones

Definición de la administración de operaciones

El mismo autor nos dice que la administración o gerencia de operaciones (Operations management, OM) se puede definir como el diseño, la operación y el mejoramiento de los sistemas de producción que crean los bienes o servicios primarios de la compañía. A semejanza del mercadeo y las finanzas, la OM es un campo empresarial funcional con responsabilidades claras de gerencia de línea. Este aspecto es importante porque la administración de operaciones muchas veces se confunde con la investigación de operaciones y la ciencia gerencial, u *operations reserach and management science* (OR/MS), o con la ingeniería industrial o *industrial engineering* (IE). la diferencia fundamental es que la OM es un campo gerencial, mientras que la OR/MS es la aplicación de métodos cuantitativos a la toma de decisiones en todos los campos, en tanto que la IE es una disciplina de ingeniería. Así pues, mientras los gerentes de operaciones utilizan las herramientas de toma de decisiones de la OR/MS (como la programación de la ruta crítica) y se interesan por muchos de los temas que conciernen a la IE (como la automatización de la fábrica), el papel gerencial distintivo de la OM lo diferencia de estas otras disciplinas

Decisiones

Las decisiones sobre operaciones se toman dentro del contexto de la firma en su totalidad.

Comenzando por la parte superior, el mercado (los clientes de los productos o servicios de la compañía) configura la **estrategia corporativa** de la empresa. Esta estrategia se basa en la misión corporativa y, en esencia, refleja la manera en que la firma planea utilizar todos sus recursos y funciones (mercadeo, Finanzas y operaciones) para obtener una ventaja competitiva. La **estrategia de operaciones** especifica la manera en que la compañía piensa utilizar sus capacidades de producción para brindar soporte a su estrategia corporativa. (De modo similar, la estrategia de mercadeo aborda la manera en que la firma piensa vender y distribuir sus bienes y servicios, y la estrategia financiera identifica la mejor forma de emplear los recursos financieros de la compañía).

En la función operacional, las decisiones gerenciales se pueden dividir en tres grandes áreas:

- Decisiones estratégicas (a largo plazo)
- Decisiones tácticas (a mediano plazo)
- Decisiones operacionales de planeación y control (a corto plazo)

Sistemas de producción

Además señala que el meollo de la OM es la gerencia de los **sistemas de producción** utiliza recursos operacionales para transformar insumos en algún tipo de resultado deseado. Un insumo puede ser una materia prima, un cliente o un producto terminado proveniente de otro sistema. Los recursos operacionales consisten en lo que se denomina las **cinco P de la administración o gerencia de operaciones**: personas, plantas, partes, procesos y sistemas de planeación y control. Las *personas* son la fuerza laboral directa e indirecta. Las *plantas* incluyen las fábricas o sucursales de servicios en donde se desarrolla la producción. Las *partes* incluyen los materiales (o, en el caso de los servicios, los suministros) que pasan por el sistema. Los *procesos* incluyen los equipos y los pasos mediante los cuales se realiza la producción. Los *sistemas de planeación y control* son los procedimientos y la información que utiliza la gerencia para operar el sistema. Las transformaciones que se llevan a cabo incluyen:

- Físicas, como en manufactura.
- De ubicación, como en transporte.
- De intercambio, como en comercio minorista.
- De almacenamiento, como en bodegaje.
- Fisiológicas, como en atención de salud.
- Informativas, como en telecomunicaciones.

2.1.2. Operaciones de dirección

2.1.2.1. Dirección de la cadena de suministros

(Richard B. Chase, 1998) Comenta que la Dirección de las actividades que proporcionan materias primas, las transforman en bienes intermedios y productos finales, y entregan los productos a un sistema de distribución.

Se debe considerar al suministrador como una ampliación de la empresa.

La mayoría de las empresas, como hemos visto de Volkswagen, gasta más del 50% del importe de sus ventas en provisiones. Debido a que estas suponen un alto porcentaje de los costes de una empresa, las relaciones con los proveedores están cada vez más integradas y son a largo plazo. Son frecuentes los esfuerzos conjuntos que mejoran la innovación, la rapidez en el diseño y la reducción de costos. Estos esfuerzos pueden aumentar de manera espectacular la competitividad de empresas y proveedor. Por tanto, se ha desarrollado una disciplina conocida como *dirección de la cadena de suministros*.

Importancia estratégica de la cadena de suministros

La **dirección de la cadena de suministro** consiste en la integración de las actividades de adquisición de materiales, transformación en bienes intermedios y productos finales, y distribución a clientes. Estas actividades incluyen las provisiones tradicionales, además de otras actividades esenciales para la relación entre proveedores y distribuidores. La dirección de la cadena de suministro incluye la determinación de: (1) proveedores de transporte, (2) transferencias de efectivo y créditos, (3) proveedores, (4) distribuidores y bancos, (5) cuentas a pagar y cobrar, (6) almacenaje y niveles de inventario, (7) cumplimiento de pedido, (8) compartir clientes, provisiones e

información de producción. La idea es construir una cadena de proveedores que se centre en reducir gastos y en maximizar el valor hasta el cliente final. Las actividades de los directivos de la cadena de suministro se centran en la contabilidad, las finanzas, el marketing y la disciplina de las operaciones.

Las empresas procuran aumentar su competitividad mediante la fabricación de un producto adaptado al cliente, un elevado nivel de calidad, una reducción de costes, y una rapidez de reacción al mercado, cada vez otorgan una mayor importancia a la cadena de suministro. La clave para conseguir una dirección eficaz de la cadena de suministro es hacer que los proveedores sean “socios” de la estrategia de la empresa para satisfacer un mercado en continuo cambio.

- **La cadena de suministro**

La cadena de suministro comprende todas las relaciones entre proveedores, productores, distribuidores y consumidores. La cadena incluye el transporte, la programación de la información, las transferencias de efectivo y créditos, así como transferencias de ideas, diseños y materiales.

- **Diez decisiones estratégicas de la dirección de producción**

- ✓ Diseño de bienes y servicios
- ✓ Gestión de la calidad
- ✓ Estrategia de proceso
- ✓ Estrategias de localización
- ✓ Estrategias de organización
- ✓ Recursos humanos
- ✓ Dirección de la cadena de suministro
- ✓ Gestión del inventario
- ✓ Programación

2.1.2.2. Aprovisionamiento

Además comenta que se otorga tanta importancia a la cadena de suministro porque las provisiones constituyen la actividad que tiene el coste más elevado en la mayoría de las empresas. Tanto para las empresas de bienes como para las de servicios, el coste de las provisiones como porcentaje de las ventas es fundamental. Debido a que una elevada

parte de los ingresos está destinada al pago de las provisiones, el poseer una estrategia de provisiones eficaz es vital. La actividad de aprovisionamiento ofrece una gran oportunidad para reducir los costos y aumentar los márgenes.

- **Costos de las provisiones como porcentaje de ventas**

Industria	% de provisiones
Toda la industria	52
Automóvil	67
Alimentación	60
Madera	61
Papel	55
Petróleo	79
Transporte	62

Tabla 1: Costos de las provisiones como porcentajes de ventas

Fuente: PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT *Manufacturing and Services*

La actividad de aprovisionamiento se lleva a cabo tanto en entornos de manufacturación como en los de prestación de servicios.

Entornos de manufacturación

En el entorno de las *manufacturas*, un **agente de compras** suele dirigir la función de aprovisionamiento. Este agente tiene autoridad legal para ejecutar los contratos tener una plantilla compuesta por compradores y asistentes. Los *compradores*, que representan a la empresa, realizan todas las actividades del departamento de aprovisionamiento, excepto la firma de los contratos. Las *asistentes* ayudan a los compradores haciendo un seguimiento de las provisiones para asegurar el tiempo de entrega. La función de aprovisionamiento es respaldada por las especificaciones y diseños de los ingenieros, los documentos de control de calidad, y las pruebas para evaluar los artículos adquiridos.

Entornos de prestación de servicios

En los entornos de prestación de *servicios*, el papel de las provisiones es menor, porque el producto principal es intangible. Por ejemplo, en los bufetes de abogados y organizaciones médicas, los artículos que hay que adquirir son principalmente las

instalaciones de oficina, el mobiliario y el equipo, los automóviles, y las existencias. Sin embargo, en otros sectores de servicios, como el transporte y los restaurantes, la función de aprovisionamiento es esencial. Una compañía aérea que compre aviones ineficientes para sus trayectos, o un asador que no sepa como comprar pollos, constituyen un problema. En estas empresas, y en otras similares, los recursos se tienen que consumir y se tiene que probar para poder asegurar que el aprovisionamiento se lleva a cabo de forma competente.

Decisiones de compra o producción

Un comerciante, mayorista o minorista, compra todo lo que vende; un productor casi nunca. Los productores, los restaurantes y los ensambladores compran componentes y productos intermedios que se transforman en productos finales. Escoger los productos y servicios que se pueden obtener ventajosamente en *el exterior*, lugar de producirse *internamente*, se conoce como **decisión de compra o de producción**. La función del departamento de aprovisionamiento consiste en evaluar a los proveedores alternativos y proporcionar datos completos, relevantes, exactos, y actuales para compras alternativas.

A continuación se muestra una lista de consideraciones en la decisión de compra o de producción.

- **Consideraciones para tomar la decisión de comprar o producir.**

Razones para producir	Razones para comprar
1.- Bajo coste de producción	1.- Bajo coste de adquisición
2.- Proveedores inadecuados	2.- Mantener los compromisos con el proveedor
3.- Asegurar un aprovisionamiento adecuado (cantidad o entrega)	3.- Obtener una capacidad técnica o de dirección
4.- Utilizar mano de obra o instalaciones excedentes y realizar contribuciones marginales	4.- Capacidad inadecuada
5.- Obtener un único artículo que pueda suponer un compromiso prohibitivo para un proveedor	5.- Reducir los costes de inventario

6.- Suprimir la colusión de proveedores	6.- Asegurar las fuentes alternativas
7.- Obtener un único artículo que pueda suponer un compromiso prohibitivo para un proveedor	7.- Fuentes técnicas o directivas inadecuadas
8.- Conservar a los mejores de la organización y proteger al personal ante reducciones de plantilla	8.- Reciprocidad
9.- Proteger el diseño y la calidad propios	9.- Los artículos están protegido por una patente o por una marca
10.- Aumentar o mantener el tamaño de la empresa	10.- Liberar a la dirección para que dirija los negocios principales

Tabla 2: Consideraciones para tomar decisiones de comprar o producir

Fuente: PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT *Manufacturing and Services*

Independientemente de la decisión que se tome, es necesario revisarla periódicamente. La competencia del proveedor y los costes cambia, así como las capacidades y los costes de producción de la propia empresa.

2.1.2.3. Estrategias de la cadena de suministro

El mismo autor comenta que las empresas tienen que decidir la estrategia de la cadena de suministro para el aprovisionamiento de los artículos. Un tipo de estrategia consiste en el enfoque tradicional americano de *negociación con muchos proveedores*, de forma que compitan entre ellos. La segunda estrategia consiste en desarrollar relaciones de “*asociación*” con pocos proveedores a largo plazo, que trabajaran con el comprador para satisfacer al consumidor final. Una tercera estrategia es la *integración vertical*, en la que las empresas deciden utilizar una integración vertical hacia atrás, comprando, de hecho, al proveedor. Una cuarta variación es la combinación de pocos proveedores con la integración vertical, técnica denominada *keiretsu*. En un *keiretsu*, *los proveedores forman parte de una coalición de empresas*. Por último, una quinta estrategia consiste en desarrollar empresas virtuales *que utilizan proveedores en función de las necesidades*. A continuación explicaremos cada una de estas estrategias.

Muchos proveedores

Con la estrategia de muchos proveedores, el proveedor responde a las demandas y a las especificaciones de una “solicitud de presupuesto”, adjudicándose normalmente la

propuesta al proveedor que ofrezca un menor presupuesto. Esta estrategia enfrenta a los proveedores, y el peso de cumplir las exigencias del comprador recae sobre el proveedor. Los proveedores compiten de forma agresiva. Aunque con esta estrategia se pueden aplicar muchos planteamientos de negociación, las relaciones de “asociación” a largo plazo no suelen ser la meta. Este enfoque considera que el proveedor es responsable del mantenimiento de la tecnología necesaria, de la experiencia, y de las aptitudes de previsión, así como del coste, de la calidad, y de las competencias en la entrega.

Pocos proveedores

Una estrategia de pocos proveedores se basa en que, en lugar de buscar atributos a corto plazo, tales como un bajo coste, es mejor que el comprador establezca relaciones a largo plazo con pocos proveedores especializados. Los proveedores a largo plazo comprenden mejor los objetivos generales de la empresa y del cliente final. Utilizando pocos proveedores, se pueden crear valor permitiéndoles alcanzar economías de escala y una curva de aprendizaje que produzca bajos costes de transacción y de producción.

Tener pocos proveedores todos con un gran compromiso con el comprador, puede favorecer la disposición a participar en sistemas *Just In Time* (justo a tiempo; JIT), así como proporcionar innovaciones y experiencia tecnológica. Sin embargo, el factor más importante es la confianza que se puede tener entre culturas organizativas compatibles. El directivo de éxito de una de las empresas suele promover una relación positiva entre empresas proveedoras y compradoras, asignando recursos para mejorar la relación. Este compromiso puede fomentar contactos formales e informales que contribuyan a la alineación de las culturas de ambas empresas. Lo que mejoraría la asociación.

Muchas empresas han incorporado proveedores a sus sistemas de abastecimiento de forma agresiva. DaimlerChrysler trata de escoger a los proveedores incluso antes de que se hayan diseñado los componentes. Motorola también evalúa a los proveedores con un criterio riguroso, pero eliminando las tradicionales pujas de proveedores, dando énfasis a la calidad y a la confianza, en ocasiones, estas relaciones originan contratos que aumentan el ciclo de vida del producto. Se espera que el comprador y el proveedor colaboren, de forma que se vuelvan más eficientes y que reduzcan los precios a lo largo del tiempo. El resultado natural de este tipo de relaciones es un menor número de proveedores con relaciones a largo plazo.

2.1.3. Gestión del inventario

(HEIZER J., 2001) Como bien saben en Green Gear Cycling (fabricador de bicicletas plegables “Bike Friday”), el inventario es uno de los activos más caros de muchas empresas; a veces llega a representar el 40% del capital total invertido. Los directores de operaciones de todo el mundo se han dado cuenta hace mucho tiempo de que la gestión del inventario es fundamental. Una empresa puede reducir costes reduciendo su inventario; por otro lado, la producción puede llegar a interrumpirse y afectar al servicio a los clientes cuando se agota el stock de un artículo. Por eso, hay que conseguir un equilibrio entre la inversión en inventario y el servicio al cliente. No se puede conseguir una estrategia de producción a bajo coste sin una buena gestión del inventario.

Todas las organizaciones tienen algún sistema de planificación y control de inventarios. Los bancos tienen métodos para controlar su inventario de caja. Los hospitales tienen métodos para controlar sus stocks de plasma sanguíneo y de fármacos. Los organismos oficiales, los colegios y, por supuesto casi todos los establecimientos de fabricación de manufacturas se preocupan de planificar y controlar sus inventarios.

En el caso de productos físicos, cada organización debe decidir entre producir los bienes o comprarlos. Una vez que se ha tomado esa decisión, el siguiente paso es prever la demanda.

La inversión en inventario es el mayor activo de su empresa.

- **Diez decisiones de estrategia de POM**
 - Diseño de bienes y servicios.
 - Gestión de calidad
 - Estrategias de procesos
 - Estrategias de localización
 - Estrategias de organización
 - Recursos humanos
 - Gestión del abastecimiento
 - **Gestión del inventario**
 - Demanda independiente
 - Demanda dependiente

2.1.3.1. Funciones del inventario

Además señala que el inventario puede cumplir varias funciones que aportan flexibilidad a las operaciones de una empresa. Las cuatro funciones del inventario son:

1.- *Desconectar o separa varias partes del proceso productivo.* Por ejemplo, si los suministros de una empresa fluctúan, puede ser necesario adquirir más materiales para aislar el proceso productivo de los proveedores.

2.- *Proporcionar una variedad de mercancías que permitan al cliente elegir entre ellas.* Estos inventarios son típicos de los establecimientos minoristas.

3.- *aprovechar los descuentos por volumen,* porque la compra de grandes cantidades puede reducir el coste de las mercancías o su plazo de entrega.

4.- *Protegerse contra la inflación y el aumento de los precios.*

2.1.3.2. Tipos de inventarios

El mismo autor nos dice que para realizar las funciones del inventario, las empresas mantienen cuatro tipos de inventarios: (1) inventario de materias primas, (2) inventario de trabajos en curso, (3) inventario de suministros de mantenimiento, reparación y operación (MRO), y (4) inventario de productos terminados.

El **inventario de materias primas** ha sido adquirido, pero todavía no ha sido procesado. Sus artículos pueden servir para desconectar (es decir, separar) del proceso productivo a los suministradores. Sin embargo, es preferible eliminar la variabilidad de los suministradores en calidad, cantidad o plazo de entrega, de forma que no sea necesaria esta separación. El **inventario de productos en curso (WIP, Work in process)** incluye componentes o materias primas que han sufrido algún tipo de transformación, pero que todavía no están terminadas. Este inventario se mantiene durante el tiempo que se tarda en fabricar un producto (llamando *duración del ciclo*). Reduciendo la duración del ciclo se reduce el inventario. Muchas veces no es difícil conseguirlo: durante la mayor parte del tiempo que se tarda en elaborar un producto, no se está haciendo ninguna operación concreta con él. El tiempo real de trabajo o tiempo de proceso es una pequeña parte del tiempo de flujo del material, a veces tan sólo un 5%.

Los **inventarios MRO** están compuestos por artículos de **mantenimiento, reparación y operación** necesarios para mantener la maquinaria y el proceso productivo. Son necesarios porque el tiempo necesario para el mantenimiento y la reparación de algunos equipos o la necesidad de realizar estas operaciones son imprevisibles. Aunque la demanda de inventario MRO viene fijada muchas veces por los programas de mantenimiento, hay que tener previstas otras necesidades de MRO para operaciones imprevisibles. El **inventario de productos terminados** se compone de los productos que están listos y esperando ser entregados a los clientes. A veces hay que inventariar productos terminados porque no se conoce la demanda procedente de futuros clientes.

2.1.3.2. Gestión del inventario

Además indica que los directores de operaciones tienen la responsabilidad de tomar las decisiones relativas a los sistemas de gestión de inventarios. En este apartado, examinamos brevemente dos cuestiones relacionadas con estos sistemas: (1) cómo se pueden clasificar los artículos del inventario (el llamado *análisis ABC*), Y (2) cómo se pueden mantener con precisión los registros de inventario. A continuación, nos fijaremos en el control de inventario en el sector de servicio.

Análisis ABC

El análisis ABC sirve para clasificar los artículos del inventario disponible en tres grupos en función de su volumen anual en dólares. El análisis ABC es una aplicación de los inventarios de lo que se conoce como el principio de Pareto. El principio de Pareto establece criterios de inventario que concentran los activos en unos pocos artículos, los más importantes, con preferencia sobre los muchos artículos que no tienen importancia. No es realista hacer un seguimiento tan intenso de los artículos baratos como de los que son muy caros.

▪ **Representación gráfica del análisis ABC**

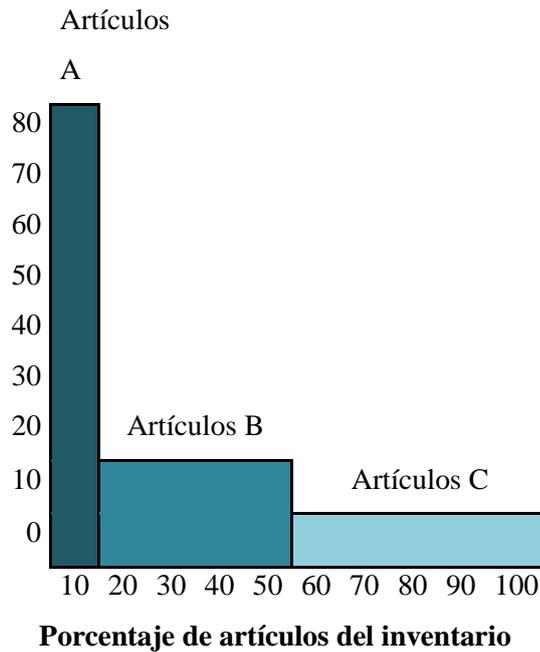


Ilustración 2: Gráfico ABC

Fuente: Dirección de la producción. Decisiones y tácticas.

Para determinar el volumen anual en dólares de cada artículo con el fin de hacer el análisis ABC, se multiplica la demanda anual de cada artículo del inventario por su coste unitario. Los artículos de la *clase A* son aquellos que tienen un volumen anual en dólares alto. Aunque estos artículos pueden representar únicamente el 15% del total de los artículos del inventario, representan el 70 u 80% del consumo total en dólares. Los artículos de la *clase B* son los que tienen un volumen anual en dólares medio. Estos artículos pueden representar un 30% de los artículos del inventario, y entre un 15 y 25% del valor total. Aquellos con un volumen anual en dólares, pero alrededor del 55% del total de los artículos del inventario.

Algunos de los criterios que se pueden adoptar en función del análisis ABC son los siguientes:

- 1.- Los recursos de compra dedicados a la selección de proveedores deben ser muy superiores en el caso de los artículos de clase A que en el de los de la clase C.
- 2.- Los artículos de la clase A deben estar sometidos a criterios de control físico de inventarios muchos más estrictos que los de las clases B y C; quizás convenga guardarlos en un lugar más seguro y comprobar la exactitud de los registros de inventario de estos artículos con mayor frecuencia.

3.- La previsión de artículos de la clase A puede requerir más cuidado que la de los demás artículos.

Se puede mejorar la previsión, el control físico y la fiabilidad de los proveedores, y reducir drásticamente el stock de seguridad, implantando buenos criterios de gestión de inventarios. El análisis ABC sirve de guía para el desarrollo de estos criterios.

Precisión de los registros

Unos buenos criterios de gestión de inventario no sirven para nada si la dirección no sabe en todo momento el inventario del que dispone. La precisión de los registros es un ingrediente fundamental de los sistemas de producción y de inventario. La precisión de los registros permite a las organizaciones concentrarse en los artículos que son necesarios, en vez de concentrarse en garantizar que haya un poco de todo en el inventario. Únicamente cuando una organización sabe exactamente de lo que dispone, puede tomar decisiones sobre la emisión de pedidos, programación y distribución.

Para garantizar la exactitud de los registros, hay que anotar correctamente las entradas y las salidas y conseguir una buena seguridad en el almacén. Un almacén bien organizado tiene que tener un acceso restringido, una buena administración y zonas de almacenamiento que contengan cantidades fijas de inventarios. Las cajas, el espacio en las estanterías y las piezas tienen que estar bien rotuladas.

Recuento cíclico

A pesar de los esfuerzos de una organización para registrar su inventario con exactitud, hay que comprobar los registros mediante una revisión continua. A estas revisiones se les llama “recuento cíclico”. Tradicionalmente, muchas empresas realizaban inventarios físicos anuales. Esta práctica significaba muchas veces cerrar la instalación para que personal con poca experiencia contase el material y las piezas. El recuento cíclico se basa en las clasificaciones de inventario de acuerdo con el análisis ABC. Mediante el recuento cíclico, se recuentan los artículos, se comprueban los registros y se documentan periódicamente las inexactitudes. Se busca la causa de las inexactitudes y se toman las medidas necesarias para asegurar la integridad del sistema de inventarios. Los artículos de la clase A se recuentan frecuentemente, una vez al mes por ejemplo; los artículos de la clase B se contarán con menos frecuencia, quizás una vez al trimestre; y los artículos de la clase C se recontarán posiblemente una vez cada seis meses.

2.1.3.3. Modelos de inventario

(HEIZER J., 2001) Nos comenta que examinaremos a continuación varios modelos de inventario y los costes que llevan asociados.

Comparación entre demanda dependiente e independiente

Los modelos de control de inventarios tienen en cuenta que la demanda de artículos lo puede ser independiente o dependiente de la demanda de otros artículos. Por ejemplo, la demanda de frigoríficos es independiente de la de hornos eléctricos. Sin embargo, la demanda de repuestos de hornos eléctricos es dependiente de la de hornos eléctricos.

Costes de mantenimiento, de pedidos y de preparación

Los **costes de mantenimiento** son los costes correspondientes a mantener los inventarios a lo largo del tiempo. Por lo tanto, estos costes incluyen también los que se deben a la obsolescencia de los materiales y los relacionados con el almacenamiento, como los seguros, la contratación de personal adicional si es necesaria, y el pago de intereses. Muchas empresas no tienen en cuenta todos los componentes de los costes de almacenamiento, y por ello, los infravaloran.

- Costes de pedido: El coste del proceso de los pedidos
- Costes de preparación: Es coste de preparar una máquina o un proceso para comenzar la producción.
- Tiempo de preparación: El tiempo necesario para preparar una maquina o proceso para comenzar la producción.

Modelos de inventarios en el caso de una demanda independiente

En este apartado presentamos tres modelos de inventarios que resuelven dos importantes cuestiones: *cuándo efectuar los pedidos y cuándo pedir*. Estos modelos de demanda *independiente* son:

- 1.- Modelo básico de cantidad económica del pedido económico (EOQ; Economic Order Quality)
- 2.- Modelo de la cantidad de pedido de producción
- 3.- Modelo de descuento por volumen

2.1.3.4. Control de tiempos y movimientos

Introducción

(Meyers, Estudios de tiempos y movimientos, 2001) Comenta que la manufactura ágil es un concepto según el cual todo el personal de producción colabora para eliminar desperdicios. La ingeniería industrial, los técnicos industriales y otros grupos de la administración han tratado de hacerlo desde el inicio de la Revolución Industrial, pero ahora que los trabajadores están bien instruidos y motivados, la gerencia moderna de la manufactura ha descubierto las ventajas de solicitar su ayuda para eliminar el desperdicio. Los japoneses tiene una palabra para desperdicio, *muda*, que es el centro de atención el todo el mundo. ¿Quién sabe mejor que el empleado de la producción, que vive ocho horas al día en su trabajo, cómo reducir el desperdicio? La meta es aprovechar este recurso dando a los empleados de producción las mejores herramientas disponibles. Las técnicas que se aprenden en un curso de estudio de tiempos y movimientos son algunas de las herramientas que necesitan para llevar a cabo su nuevo cometido.

Finalmente, los estudios de tiempos y movimientos han encontrado un sitio en la planta moderna. Sirven a los empleados para comprender la naturaleza y el costo verdadero del trabajo, y les permiten ser útiles a la gerencia en la tarea de reducir costos innecesarios y balancear las celdas de trabajo, a fin de allanar el flujo del mismo. Además, los estándares de tiempo ayudan a los gerentes a tomar sus decisiones importantes con inteligencia.

Los estudios de tiempos y movimientos pueden reducir y controlar los costos, mejorar las condiciones de trabajo y el entorno, así como motivar a las personas.

Los estudios de tiempos y movimientos atañen puramente a las técnicas. Hay alrededor de 25 técnicas para estudiar y medir el trabajo. Las técnicas se mejoran constantemente, pero su propósito básico es mejorar el mundo del trabajo y reducir la *muda* (el desperdicio).

Existen las siguientes categorías:

- Técnicas de análisis de movimientos.
- Técnicas de estudios de tiempos.

- Usos de los estándares de tiempo.

Los estudios de movimientos deben considerar sobre cualquier otra cosa la seguridad del operador. Nadie desea la responsabilidad de que alguien se lesione o de causar daños debido a exposiciones prolongadas a un elemento o entorno. La única manera en que usted puede minimizar la posibilidad de diseñar malas estaciones de trabajo es aprendiendo todo lo que pueda sobre el diseño seguro y eficaz.

Los estudios de tiempos y movimientos también deben contemplar la calidad del producto. Los esfuerzos de control de calidad también pueden ser tema de los estudios de movimientos.

Los estudios de tiempos también pueden reducir significativamente los costos. Los estándares de tiempos son metas a las que intentamos llegar. En organizaciones de estándares de tiempos es característico un rendimiento del 60%. Esta cifra se puede comprobar haciendo un muestreo del trabajo de dicha operación. Si se establecen estándares de tiempo, el rendimiento mejora a un promedio del 85%, a lo representa un incremento del 42%:

$$\frac{85\% - 60\%}{60\%} = 42\% \text{ de incremento de la productividad}$$

Los sistemas de incentivos mejoran aún más el rendimiento; en efecto, promedia 120%, es decir, otro 42% de incremento de la productividad:

$$\frac{120\% - 85\%}{85\%} = 42\% \text{ de incremento de la productividad}$$

- 1-. Las plantas de manufactura sin estándares promedian el 60% de rendimiento.
- 2-. Las plantas de manufactura con estándares de tiempo promedian el 85% de rendimiento.
- 3-. Las plantas de manufactura con sistemas de incentivos promedian rendimientos del 120%.

Los estudios de tiempos y movimientos están considerados la espina dorsal de la ingeniería industrial, la tecnología industrial y los programas de gerencia industrial, porque la información que generan afecta a muchas áreas, incluyendo las siguientes:

- Estimación de costos.
- Control de producción e inventarios.
- Disposición física de la planta.
- Materiales y procesos.
- Calidad.
- Seguridad.

Existen varias técnicas del estudio de movimientos:

- Diagramas de procesos
- Diagrama de flujo.
- Diagramas de actividades múltiples.
- Diagramas de operación.
- Diagramas de proceso de flujo.
- Diagramas de análisis de operaciones.
- Diseño de estación de trabajo.
- Economía de movimientos.
- Patrones de flujo.
- Sistema de estándares de tiempo predeterminado (PTSS).

Las técnicas de los estudios de tiempos se inician con la última técnica de estudios de movimientos con lo que queda demostrada la íntima relación entre los primeros y los segundos. He aquí las técnicas de estudios de tiempos:

- Sistemas de estándares de tiempo predeterminado (PTSS, por sus siglas en inglés)
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Estándares de tiempo de fórmulas de datos estandarizados.
- Estándares de tiempo por muestreo de trabajo.
- Estándares de tiempo de opiniones expertas y de datos históricos.

Procedimiento del estudio

- *Seleccionar el trabajo.*

Como no se puede mejorar al mismo tiempo todos los ciclos de trabajo de la empresa, el primer paso es seleccionar el trabajo a estudiar.

Los primeros trabajos cuyo método debe de mejorarse son los de mayor riesgo de accidentes, en los que se manipulen sustancias tóxicas para hacerlos más seguros.

En segundo lugar se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor represente un alto porcentaje sobre el costo del producto terminado, ya que las mejoras que se implementen por más pequeñas que sean, serán más interesantes económicamente que grandes mejoras aplicadas a otros de menos valor.

Se elegirán también los trabajos de gran repetición, pues por poca economía que se consiga en cada uno, se logrará un resultado muy apreciable en conjunto, y dentro de los trabajos repetitivos se deben preferir a los de larga duración, los que ocupen máquinas de mayor valor, o manejadas por operarios mejor pagados.

Finalmente se seleccionará los trabajos que sean cuello de botella (operaciones de mayor tiempo en una línea o que presentan problemas) retrasen el resto de la producción, también los trabajos claves de cuya ejecución dependen otros.

- *Registrar.*

Es el registro de todos los detalles y hechos del trabajo con el fin de analizarlos y no solo por obtener una historia o cuadro de cómo se están haciendo las cosas. Esto facilita el análisis de la operación, para el registro de procesos se utilizan los diagramas de proceso de operaciones, de flujo de recorrido, manpower, etc.

- *Analizar los detalles.*

Para analizar un trabajo en forma completa, en el estudio de métodos se utiliza una serie de preguntas que deben aplicarse en cada detalle con el objeto de justificar la existencia, el lugar, el orden, la persona y la forma en que se ejecuta.

Las preguntas mencionadas y su forma de usarlas son las siguientes: ¿Por qué se hace?, ¿Para qué sirve? Las respuestas a estas dos preguntas nos justifican el propósito de cada detalle, esto nos viene a decir la razón de su existencia.

La pregunta dónde lleva a pensar y a investigar si el lugar, la máquina, en el que se hace el trabajo es la más conveniente.

La pregunta "cuándo debe hacerse" conduce a investigar el tiempo, es decir, si el orden y la secuencia en que se ejecutan los detalles son los más adecuados.

La pregunta "quién debe hacerlo" nos hace pensar e investigar si la persona que está ejecutando el detalle es la más indicada.

Después de haber tratado de justificar el lugar, secuencia y persona, se debe tratar de justificar que la forma en que se está haciendo el detalle es la más correcta. Por lo tanto, debe contestarse la pregunta.

¿Cómo se hace el detalle? Esta pregunta llevará a buscar una mejor forma de hacerlo.

Desarrollo para un nuevo método de trabajo.

A la hora de desarrollar un nuevo método es necesario considerar las respuestas obtenidas de las preguntas anteriores. Para así poder tomar las siguientes acciones:

Eliminar:

Las operaciones o elementos innecesarios que se estén ejecutando en el proceso que afecten la eficiencia de la línea. Un ejemplo es cuando la ubicación de las piezas que utilizamos se encuentra en un estante lejos de nuestra estación de trabajo. Cuando necesitamos material tenemos que movilizarnos hasta el estante y luego devolvemos, esa operación la podemos eliminar colocando cajas con material en nuestras mesas o un estante al lado de la estación de trabajo.

Cambiar:

Si se logra desarrollar un mejor método, en un lugar más conveniente, un orden más adecuado y en menor tiempo, se cambia y se ejecuta el nuevo método. Un ejemplo de esto es en un gimnasio, muchas personas tienden a tener lesiones por no saber o aplicar el método correcto de realizar los ejercicios, por lo que es necesario cambiar el método en el que se está ejecutando el ejercicio.

Simplificar:

Todos aquellos detalles que no han podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en forma más fácil y rápida. Es más fácil lavar en una lavadora que con la mano, este es un ejemplo de cómo se puede simplificar un trabajo.

Aplicación del nuevo método

Antes de instalar una mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica bajo las condiciones de trabajo en que va a operar. Para no olvidar nada se debe hacer una revisión de la idea. Esta revisión deberá incluir como parte fundamental todos los aspectos económicos y de seguridad, así como otros factores: calidad del producto, cantidad de fabricación del producto, etc.

Si se logra el entendimiento y la cooperación de la gente, disminuirá enormemente las dificultades de implementación y prácticamente se asegurara el éxito. Recuerde que la cooperación no se puede exigir se tiene que ganar.

○ **Métodos de calificación**

Sistema de Westinghouse (calificación de la actuación)

La calificación de la actuación es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo, ésta, es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

La habilidad se define como "nivel de competencia para seguir un método dado", el cual se determina por la experiencia y aptitudes del operario, así como su coordinación.

DESTREZA O HABILIDAD		
0,15	A1	EXTREMA
0,13	A2	EXTREMA
0,11	B1	EXCELENTE
0,08	B2	EXCELENTE
0,06	C1	BUENA
0,03	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0,05	E1	ACEPTABLE
-0,1	E2	ACEPTABLE
-0,16	F1	DEFICIENTE
-0,22	F2	DEFICIENTE

Tabla 3: Destreza o Habilidad

Fuente: Estudio de tiempos y movimientos

El esfuerzo o empeño se define como "una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". Este es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario.

ESFUERZO O EMPEÑO		
0,13	A1	EXCESIVO
0,12	A2	EXCESIVO
0,10	B1	EXCELENTE
0,08	B2	EXCELENTE
0,05	C1	BUENA
0,02	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0,04	E1	ACEPTABLE
-0,08	E2	ACEPTABLE
-0,12	F1	DEFICIENTE
-0,17	F2	DEFICIENTE

Tabla 4: Esfuerzo o Empeño

Fuente: Estudio de tiempos y movimientos

Referido a las condiciones, se enfoca al procedimiento de calificación que afecta al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

CONDICIONES		
0,06	A	IDEALES
0,04	B	EXCELENTE
0,02	C	BUENAS
0	D	REGULARES
-0,03	E	ACEPTABLES
-0,07	F	DEFICIENTES

Tabla 5: Condiciones

Fuente: Estudio de tiempos y movimientos

La consistencia se refiere a las actitudes del operario con relación a su tarea. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta.

CONSISTENCIA		
0,04	A	PERFECTA
0,03	B	EXCELENTE
0,01	C	BUENAS
0	D	REGULARES
-0,02	E	ACEPTABLES
-0,04	F	DEFICIENTES

Tabla 6: *Consistencia*

Fuente: *Estudio de tiempos y movimientos*

Calificación Sintética

Determina un factor de actuación para elementos de esfuerzo del ciclo de trabajo por la comparación de los tiempos reales elementales observados con los desarrollados por medio de los datos de movimientos fundamentales.

Calificación Por Velocidad

Método de evaluación de la actuación en el que solo se considera la rapidez de realización del trabajo. El observador mide la efectividad del operario en comparación con el concepto de un operario normal que lleva a cabo el mismo trabajo y luego asigna un porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada a la actuación normal.

Calificación Objetiva

Esta calificación trata de eliminar las dificultades para establecer un criterio de velocidad para cada tipo de trabajo. Se asigna al trabajo un factor secundario para tener en cuenta su dificultad relativa. Los factores que influyen en el ajuste de dificultades son:

- Extensión o parte del cuerpo que se emplea.
- Pedales.

- Bi-manualidad.
- Coordinación ojo-mano.
- Requisitos sensoriales o manipulación.
- Pesos que se manejan o resistencia que hay que vencer.

Análisis de las calificaciones

El plan para calificar la actuación que sea más fácil de aplicar, es la calificación de la velocidad aumentada por los puntos de referencia sintéticos.

Podrían estudiarse operarios que actuasen fuera de este intervalo de productividad de 3 a 1, pero no recomendable. Cuando más cercana a la normal mayores serán las posibilidades de llegar a un tiempo normal. 4 criterios determinarán si el analista de tiempos que utiliza la calificación por velocidad:

- Experiencia en la clase de trabajo a estudiar.
- Puntos de referencia sintéticos en al menos 2 de los elementos de trabajo que se ejecutan.
- Selección de un operario.
- Valor medio de 3 o más estudios.

El tiempo normal debe determinarse promediando los tiempos normales de los estudios independientes; reducirá el error inherente al proceso de calificación de actuación, dará por resultado de un tiempo medido medio.

Tolerancias

a. Determinación de Tolerancias. Después de haber calculado el tiempo normal (tiempo elemental, calificación de la actuación), llamado muchas veces el tiempo "calificado", hay que dar un paso más para llegar al verdadero tiempo estándar.

Este último paso consiste en añadir ciertas tolerancias que tomen en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y detenciones producidas por la fatiga inherente a todo trabajo.

b. Necesidades Personales. En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Deberán incluirse visitas a la fuente de agua o a los baños.

c. Fatiga. Ya sea física o mental, la fatiga tiene como efecto: deficiencia en el trabajo. Son bien conocidos los factores más importantes que afectan la fatiga. Algunos de ellos son:

- Condiciones de trabajo:
- Repetición del trabajo:
- Salud general del trabajador, física y mental.

d. Retrasos

Retrasos Inevitables.

Es aplicable únicamente a elementos de esfuerzo físico, e incluye hechos como: interrupciones de parte del capataz, del despachador, del analista de tiempos, irregularidades en los materiales, dificultades en el mantenimiento de tolerancias y especificaciones, interrupciones por interferencia en donde se asignan trabajos en máquinas múltiples.

Retrasos Evitables.

Incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, prestar ayuda a paros de máquinas sin ser llamados y tiempo ocioso que no sea para descansar de la fatiga. NO es costumbre el incorporar alguna tolerancia por estos retrasos. Estos retrasos se llevan a cabo por el operario a costa de su productividad.

Las tolerancias deben calcularse en forma tan precisa como sea posible, o de otra manera se incapacitará por completo el esfuerzo puesto al hacer el estudio, las tolerancias se aplican al estudio de acuerdo a tres categorías:

1. Tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo

Se expresan usualmente como porcentaje (%) del tiempo del ciclo que incluyen necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo, mantenimiento de la máquina.

2. Tolerancias que deben considerarse solo en el tiempo de maquinado

Las tolerancias de tiempo de maquinado incluyen tiempo para mantener las herramientas y variaciones de potencia.

3. Tolerancias aplicables solo al tiempo de esfuerzo

Las tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo, comprenden fatigas y demoras inevitables.

Método sistemático para asignar las tolerancias.

Evaluar la forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase en (%) a que pertenece, según la jornada de trabajo que aplique, para asignarle un (%) del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

Asignación de Tolerancias

Los suplementos son variables porque dependen del comportamiento y características del trabajo, mientras que las fijas ya están permanentemente definidas bien sea por la empresa, gobierno o contrato colectivo.

Las categorías contingencia, política de la empresa, y especiales generalmente se expresa en porcentajes del tiempo normal.

Normalización de las Tolerancias

Deducir de la jornada de trabajo, los tiempos por conceptos de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, y luego se determina cual es el porcentaje que representa las tolerancias por fatiga y necesidades personales (por regla de tres)

$$\mathbf{JTE = JT - \sum \text{tolerancias fijas}}$$

- **Cálculo de suplementos por descanso (según la OIT)**

Los suplementos por descanso son un porcentaje del tiempo base y se determinan mediante el uso de tablas de la siguiente manera:

1. Para cada elemento de trabajo en estudio, se determina el grado de tensión impuesto por la operación realizada (bajo, medio o alto)
2. Con el grado de tensión y usando las tablas pertinentes se determina el puntaje correspondiente.
3. Con este puntaje se obtiene de la tabla de conversión de puntajes, el porcentaje de suplemento por descanso debe ser aplicado al tiempo base.

TABLA DE PUNTAJE ASIGNADA SEGÚN EL GRADO DE TENSIÓN (OIT)		GRADO DE TENSIÓN			
		B (bajo)	M (medio)	A (alto)	
A TENSIÓN FÍSICA DEBIDA AL TRABAJO.	1	FUERZA EJERCIDA (PROMEDIO)	0-85	0-113	0-149
	2	POSTURA	0-5	6-11	12-16
	3	VIBRACIONES	0-4	5-10	11-15
	4	CICLO (TIPO)	0-3	4-6	7-10
	5	ROPA (INCOMODIDAD)	0-4	5-12	13-20
B TENSIÓN MENTAL DEBIDA AL TRABAJO.	1	CONCENTRACIÓN O ANSIEDAD	0-4	5-10	11-15
	2	MONOTONÍA	0-2	3-7	8-11
	3	TENSIÓN VISUAL	0-5	6-11	12-14
	4	RUIDO	0-2	3-7	8-10
C TENSIÓN FÍSICO / MENTAL DEBIDO A LAS CONDICIONES DE TRABAJO.	1	TEMPERATURA CON HUMEDAD			
	1a	BAJA: humedad hasta 75%	0-5	6-11	12-16
	1b	MEDIA: humedad de 76 a 85%	0-5	6-14	15-26
	1c	ALTA: humedad mayor de 85%	0-6	7-17	18-36
	2	VENTILACIÓN	0-3	4-9	10-14
	3	GASES	0-3	4-8	9-10
	4	POLVOS	0-3	4-8	9-12
5	SUCIEDAD	0-2	3-6	7-10	
6	PRESENCIA DE AGUA	0-2	3-6	7-10	

Tabla 7: Puntaje según el grado de tensión

Fuente: Estudio de tiempos y movimientos

Tiempo normal

(Meyers, Estudios de tiempos y movimientos, 2001) Señala que es el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

(Neira, Sistema de incentivos a la Producción, 2003) Define como el tiempo normal al tiempo necesario para realizar una operación a la actividad normal de 60 Bedaux.

Generalidades

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la " normal ", o llamada a veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

Cálculo de tiempo normal

Tiempo Normal= Tiempo estimado de ciclo promedio **X** tiempo de responsabilidad

Tiempo estándar

El uso de tiempos estándar también involucra el concepto de bancos de datos, pero los datos comprenden clases más grandes de movimiento que los tiempos predeterminados.

Los tiempos estándar se derivan ya sea de datos de cronómetros o de datos predeterminados de tiempo. El uso de los tiempos estándar es bastante popular para la medición de la mano de obra directa.

El tiempo estándar es una función de la cantidad de tiempo requerida para realizar una tarea:

1. Usando un método y equipos dados.
2. Bajo condiciones de trabajo específicas.
3. Por un trabajador que posea habilidad y aptitudes específicas para el trabajo.
4. Cuando se trabaja a un ritmo que permite que el operario haga el esfuerzo máximo, que el mismo puede realizar para dicha tarea sin efectos perjudiciales.

Se determina sumando los tiempos estándares permitidos para cada uno de los elementos que comprenden el estudio de los tiempos estándares elementales, lo cual dará el estándar en minutos por pieza o en horas por pieza. La mayoría de las operaciones industriales tienen ciclos relativamente cortos (inferiores a cinco minutos), por lo tanto usualmente es más conveniente expresar los estándares en términos de horas por 100 piezas.

$$\text{Tiempo estandar} = \frac{\text{tiempo normal}}{\text{1-factor suplementario}}$$

Reglas para seleccionar elementos

Los elementos deberán ser de fácil identificación, con inicio y termino claramente definido. El comienzo o fin puede ser reconocido por medio de un sonido, por ejemplo, cuando se enciende la luz, se inicia o termina un movimiento básico.

Los elementos deben ser todo lo breves posible. Se ha de separar los elementos manuales de los de máquina, durante los manuales es el operario el que puede reducir el tiempo de ejecución según el interés y la habilidad que tenga, puesto que dependen de las velocidades, avances, etc. Que se hayan señalado.

Clases de elementos.

Elementos regulares y repetitivos: Son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo. Ejemplo: el poner y quitar piezas en la máquina.

Elementos casuales o irregulares: Son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Ejemplo: recibir instrucciones del supervisor, abastecer piezas en bandejas para alimentar una máquina.

Elementos extraños: Son los elementos ajenos al ciclo de trabajo y en general indeseables, que se consideran para tratar de eliminarlos. Ejemplo: las averías en las máquinas.

Elementos manuales: Son los que realiza el operario y puede ser:

- Manuales sin máquina: Con independencia de toda máquina. Se denomina también libre, porque su duración depende de la actividad del operario
- Manuales con máquina: Con máquina parada, como el quitar o poner una pieza.

Con la máquina en marcha, que se efectúa el operario mientras trabaja la máquina automáticamente. Aunque no intervienen en la duración del ciclo, interesa considerarlos porque forman parte de la saturación del operario.

Elementos de máquina: Son los que realiza la máquina. Pueden ser:

- De máquina con automático y, por lo tanto, sin manipulación del operario.
- De máquina con avance manual, en cuyo caso la máquina trabaja controlada por el operario.

Elementos constantes: Son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual; ejemplo, encender la luz, verificar la pieza, atornillar y apretar una tuerca; colocar la broca en el mandril.

Elementos variables: Son los elementos cuyo tiempo depende de una o varias variables como dimensiones, peso, calidad, etc. ejemplo, aserrar madera a mano, llevar una carretilla con piezas a otro departamento.

2.1.4. Lean manufacturing

(WOMACK J, JONES D,;1996) Señala que el “Lean” no es simplemente otra palabra que está de moda o que representa una solución temporal e inadecuada. Definitivamente, la Filosofía Lean demuestra que es una nueva forma de pensar y una nueva forma de administrar las compañías que benefician a todos, desde el obrero de la línea de producción hasta el director general.

2.1.4.1. Orígenes del lean manufacturing

Se hará un rápido recorrido por los hitos más relevantes acontecimientos desde el inicio de la primera revolución industrial hasta la consolidación del *lean manufacturing*.

La primera revolución industrial

La primera revolución industrial supuso el paso de la producción artesana a la producción en serie. Surgió en Inglaterra, a mediados del siglo XVIII, en la industria textil mediante la introducción de innovaciones que mecanizaron los telares manuales.

En sus comienzos, la primera revolución industrial utilizó la energía hidráulica. Las fábricas, situadas junto a las orillas de los ríos, derivaban el agua para hacer girar una rueda principal, la cual a través de un sistema de engranajes, ejes y poleas, transmitía la energía hidráulica a las máquinas. Debajo de cada eje propulsor se alineaban generalmente máquinas del mismo tipo. Este hecho quizá propició que, desde el principio las fábricas estuviesen físicamente organizadas en grupos funcionales homogéneos (GFH).

Hoy en día, en casos muy concretos, en función del tipo de producto, volúmenes, maquinaria y procesos, pueden seguir teniendo sentido la organización de la fábrica o una parte de ella en grupos funcionales homogéneos.

El escocés James Watt comercializó en 1776 el primer motor a vapor. La difusión del motor a vapor y la explotación de las minas de carbón hicieron posible que las fábricas sustituyeran paulatinamente la energía hidráulica por la energía procedente del carbón. Las fábricas dejaron de ubicarse necesariamente junto a los ríos.

En 1801 se produjo otro avance importantísimo. El estadounidense Eli Whitney desarrolló nuevos métodos de trabajo para producir mosquetes a partir de piezas intercambiables. Dichos métodos se basaban en la fabricación de los componentes conforme a tolerancias, calibres y plantillas. Como consecuencia, Eli Whitney eliminó los laboriosos ajustes manuales que hasta esa fecha eran imprescindibles para ensamblar un arma. A partir de ese momento, los escasos artesanos expertos en el montaje de armas serían sustituidos por trabajadores no cualificados que, con un mínimo entrenamiento, montarían las armas en serie.

Al comienzo de la revolución industrial, el hierro fundido reemplazó a la madera en la fabricación de las máquinas. Un siglo más tarde, el convertidor patentado por Henry Bessemer (1856) y el horno Siemens-Martin permitieron transformar el arrabio y producir acero a gran escala.

En 1851 se celebró una exposición internacional en el Crystal Palace de Londres donde los países más avanzados mostraron las nuevas máquinas y todo tipo de

productos fabricados en serie, fruto de la revolución industrial: segadoras, máquinas de coser, armas de fuego, candados...

La segunda revolución industrial: La producción en masa

(Neto, 2013) Dice que tres personas destacaron por su contribución al desarrollo de la segunda revolución industrial: Federick W. Taylor, Henry Ford y Alfred P. Sloan.

Federick W. Taylor

-Federick Winslow Taylor (1856-1915) es el padre de la gestión científica del trabajo (1911). El taylorismo es un sistema de organización científica del trabajo basado en los siguientes principios:

- Separación de la planificación del trabajo y la ejecución del trabajo (unos piensan y otros trabajan).
- Creación de los departamentos de métodos y tiempos (los que piensan).
- Análisis del trabajo mediante su división en elementos.
- Medición de los elementos de trabajo mediante la utilización del cronómetro.
- Asignación al trabajador de tareas cortas, repetitivas y fáciles de aprender.
- Establecimiento de un sistema de primas en función de la cantidad producida.

Hoy en día, el taylorismo no tiene ningún sentido en países e industrias avanzados. Sin embargo, dos de sus principios, el análisis y la medición del trabajo, siguen siendo válidos y son imprescindibles para el lean manufacturing. Al abandonar el taylorismo, muchas empresas desterraron de sus fábricas el uso del cronómetro y, por consiguiente, el análisis del trabajo.

Henry Ford

Henry Ford (1863-1947) fundó en 1903 la Ford Motor Company, y en 1908 desarrolló el Modelo T. La segunda revolución industrial comenzó en 1913 con la producción en masa del Modelo T en la planta de Highland Park (Michigan).

El Modelo T pasó de fabricarse de forma artesanal – el chasis del vehículo permanecía en un mismo sitio de principio a fin – a producirse en masa en una línea de montaje móvil. Los componentes se suministraban a cada puesto de montaje y el trabajador permanecía en su puesto repitiendo la misma tarea mientras los chasis de los vehículos

se desplazaban frente a él. Ford redujo drásticamente los desplazamientos de los montadores. El tiempo necesario para montar un vehículo pasó de 12.5 horas a 93 minutos. Como contrapartida, el Modelo T estaba disponible únicamente en color negro.

Tres avances hicieron posible la línea de montaje móvil. En primer lugar, los nuevos métodos de fabricación de componentes intercambiables desarrollados anteriormente por Eli Whitney. En segundo lugar, el progreso de máquinas y herramientas, capaces de mecanizar piezas previamente endurecidas, que hizo que los ajustes manuales mediante lima, posteriores al tratamiento térmico, fueran innecesarios. Por último, la aplicación de los métodos de la gestión científica del trabajo preconizados por Frederick W. Taylor.

Los incrementos de productividad obtenidos con la línea de montaje móvil permitieron a Henry Ford ofrecer en 1914 una paga de 5\$ al día y reducir la jornada laboral de nueve a ocho horas de trabajo. Gracias a esas medidas consiguió disminuir la alta rotación de trabajadores y pudo introducir el tercer turno de trabajo.

Asimismo, los incrementos de productividad obtenidos con la producción en masa del Modelo T posibilitaron una reducción de los precios de venta desde 825 \$ (lanzamiento) hasta 260 \$ (1924). Henry Ford, mediante la producción en masa, fabricó más coches y más baratos, e hizo posible que su Modelo T fuera asequible a la clase media americana.

Alfred P. Sloan

Alfred P. Sloan (1875-1966) fue nombrado vicepresidente de General Motors en 1918 y fue elegido presidente de la compañía en 1923. En 1921, GM tenía una cuota de alrededor del 12% del mercado americano, dominado por Ford con aproximadamente un 55%. En 1956, cuando Sloan dejó la presidencia, la situación se había invertido. GM había alcanzado una cuota de mercado superior al 50%.

Sloan aportó innovaciones en los campos del *marketing* y de la gestión. Desarrolló una amplia gama de productos a partir de cinco modelos básicos – Chevrolet, Pontiac, Buick, Oldsmobile y Cadillac – con diferentes tamaños, carrocerías, motorizaciones, acabados y precios. Descentralizó la gestión mediante la creación de divisiones independientes, una para cada modelo. Tratándolas como centros de beneficio, a la vez que mantenía un férreo control de los resultados desde las oficinas centrales. También

descentralizó en divisiones independientes la producción de componentes, muchos de ellos comunes en los diferentes modelos de vehículos.

El año de la retirada de Alfred P. Sloan (1956) coincidiría con el máximo esplendor de la producción en masa; casi el 100% del mercado automovilístico americano estaba copado por The Big Three – GM, Chrysler y Ford-. A partir de ese momento comenzaría el declive de la producción en masa y surgiría un nuevo modelo.

El concepto de la línea de montaje móvil desarrollado por Ford sigue siendo válido hoy en día; sin embargo, la distribución en planta en grupos funcionales homogéneos, la búsqueda de óptimos locales, “yo pienso, tú trabajas”, la ejecución del trabajo manual en ciclos ultracortos y el trabajo a prima serían sustituidos por un nuevo paradigma.

2.1.4.2. Antecedentes del Lean Manufacturing

(Pulido, 2010) Señala que el **proceso esbelto** (o simplemente **Lean** en inglés) está basado en el Sistema de Producción Toyota (SPT), desarrollado principalmente por los japoneses Taiichi Ohno y Shigeo Shigo; ver por ejemplo Ohno (1988). El término *lean* lo introducen Womak y Jones (1996) en su artículo “Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection”, en el que plantean lo que ellos llaman *Lean Thinking*, posteriormente estos mismo autores escriben un libro con ese nombre y otro con el título de *Lean Manufacturing*. Actualmente en la literatura en inglés este tema usualmente solo se identifica con la palabra *lean*, que su traducción literal es: delgado, flaco, sin grasa. En español no hay un término plenamente reconocido para identificar esta metodología. Nosotros hemos usado el de “proceso esbelto”.

Los conceptos de proceso esbelto están enfocados en el flujo de los procesos y en reducir la cantidad de actividades que no agregan valor y que impiden el flujo, algo característico de varias de las metodologías del SPT. Lo contrario a un proceso esbelto es un proceso “obeso, lleno de cebo”, en el que no fluye el trabajo y hay pasajes laterales, atascos, tiempos de espera, altos inventarios, numerosas actividades que se hacen por rutina y tradición, pero que no agregan valor al producto.

Definición de Lean Manufacturing

Se puede manifestar que el Lean es una filosofía de producción que las compañías acogen para mejorar su productividad

(WOMACK J, JONES D,;1996) Señala que Lean Manufacturing “es un enfoque que orienta a las empresas para que hagan uso inteligente de sus recursos (su tecnología, su equipo y por encima de todo, de los conocimientos y habilidades de su personal) generando beneficios tales como: reducción dramática de los plazos para diseñar y fabricar productos, mejoramiento de la calidad y eficiencia del trabajo, mayor flexibilidad para responder al mercado y reducción de inventario”.

(ONHO Taiichi; 1998) Menciona que la Producción Esbelta “es una metodología que de manera sistemática persigue la eliminación continua de desperdicios, concentrando las energías y recursos en aumentar las actividades con valor agregado, logrando una mayor flexibilidad en los procesos, y en última instancia generando un mayor valor agregado para los clientes”.

(QUALIPLUS; 2005) Manifiesta que es una filosofía de manufactura que “reduce el tiempo de entrega entre la colocación del pedido y la entrega del producto, a través de la eliminación del desperdicio, lo que permite el flujo continuo del producto hacia el cliente”.

(Pulido, 2010) Señala que en treinta años – de 1950 a 1980-, las empresas automovilísticas japonesas pasaron de una producción insignificante a fabricar en Japón 7 millones de automóviles al año, de los cuales un 56% se destinaba a la exportación y un 40% de las exportaciones iba a los Estados Unidos (Ohno & Mito 1988, 13).

El ingeniero John Krafcik, miembro del equipo de investigadores del MIT International Motor Vehicle Program (IMVP) que realizó un detallado estudio comparativo sobre las plantas de montaje de vehículos ubicadas en quince países, fue el primero en utilizar la expresión <lean manufacturing> para describir los nuevos métodos y técnicas de producción de las empresas automovilísticas japonesas, más eficientes que la producción en masa de las empresas americanas.

La expresión <lean production> quedó definitivamente acuñada en 1990 en el libro *The Machine that Changed the World*, donde Womack, Jones y Roos – autores del libro y directores del IMVP – expusieron de forma amena y didáctica el nuevo paradigma de producción de las empresas automovilísticas japonesas.

Las expresiones <TPS (Sistema de Producción de Toyota)>, <lean production>, <lean manufacturing>, <manufactura esbelta> y <producción ajustada> son sinónimas. De ahora en adelante utilizaremos preferentemente la expresión <lean manufacturing>.

El lean manufacturing es un nuevo modelo de organización u gestión del sistema de fabricación – personas, materiales, máquinas y métodos- que persigue mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante del despilfarro.

El ámbito de aplicación idóneo para el lean manufacturing es la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Los volúmenes pueden ser grandes, medios o pequeños. Un número elevado de referencias a fabricar no es un obstáculo en sí mismo, y la complejidad de las rutas de los productos pueden ser una gran oportunidad de mejora.

Hoy en día, el término *lean* también se utiliza para calificar nuevas metodologías que persiguen la eliminación del despilfarro en otras áreas o actividades de la empresa: <lean office>, <lean administration>, <lean maintenance>, <lean logistics>, <lean design>, <lean sales>...

2.1.4.3. Los principios del proceso esbelto

De acuerdo con (George; 2002), un proceso es esbelto si la ECP (eficiencia del ciclo del proceso) es mayor que 25%.

Para lograr un proceso esbelto, más que buscar la respuesta en una sola técnica en particular, la clave está en establecer principios básicos que guíen los esfuerzos y acciones enfocados a crear flujo, eliminar el desperdicio, quitar el “barro”, el “cebo”, la lentitud, las actividades innecesarias y los atascos de los procesos. Estos principios proporcionan una guía para la acción, así como para que los esfuerzos en las organizaciones logren superar el caos y la lentitud diaria de los procesos masivos. Aunque entre distintos autores hay pequeñas diferencias sobre cuáles son los principios

que deben guiar la acción para lograr procesos esbeltos, nosotros partimos de los principios propuestos por Womack y Jones (2003).

1. El valor

El principio fundamental de la filosofía *lean* es el **valor**, que significa que el producto o servicio deben ajustarse a las necesidades del cliente.

Por ello, el primer paso en el pensamiento *lean*, debe ser un cuidadoso análisis y diálogo con los clientes concretos para comprender las necesidades particulares que tienen y lo que ellos están dispuestos a pagar por ello. Una vez que se ha identificado las necesidades del cliente, es más fácil definir el valor en términos de productos específicos.

2. El flujo de valor

En la producción *lean* el eje central de la empresa es el producto, al igual que en los sistemas de Calidad Total es el cliente. Para llegar al producto se debe hacer una transformación de los materiales en producto acabado. Esta transformación se produce por fases según un flujo.

En este contexto, el segundo pilar en el *lean* es identificar el **flujo del valor** para cada producto o servicios, que consiste en analizar todas las actividades para producir el producto o dar el servicio. El objetivo es planificar el proceso productivo de tal forma que sólo incorpore las actividades que añaden valor al producto.

El flujo de valor tiene que ser considerado en su totalidad, y durante el análisis, aparecerán tres tipos distintos de actividades:

- Actividades que crean valor.
- Actividades que no crean valor pero que son inevitables por la tecnología actual y los activos de producción de los que se dispone.
- Actividades que no crean valor y que pueden evitarse de un modo, estas son despilfarros.

3. Flujo

Después de especificar o definir el valor y de eliminar las actividades que no lo añaden, el siguiente paso en el *lean* es crear un **flujo continuo** de las actividades creadoras de

valor que han quedado. Es un paso muy crítico ya que exige una reorganización completa del pensamiento tradicional de lotes (*batch*) hacia el pensamiento del flujo continuo (*flow thinking*).

4. Pull

El pensamiento *lean*, no sólo establece cómo proporcionar al cliente los bienes o servicios que realmente quiere, sino también dárselo cuando realmente lo quiera.

Con este paso cambia el sistema de producir lotes variados de productos para limitarse a la demanda del consumidor. Son los consumidores los que **atraen** (*pull*) a los productos, en vez de que los productos **presionen** (*push*) a los consumidores. Este pensamiento o filosofía se debe respetar en todo el proceso de producción y negocios, y no sólo en el producto final.

En muchos procesos de manufactura y de servicios existen muchas actividades desperdiciadoras (mudas). Se ha visto que aplicar los principios anteriores es un buen antídoto ya que, además de especificar lo que es valioso para el cliente, a través de ellos se busca alinear mejor las acciones creadoras de valor, efectuar estas actividades sin interrupciones y llevarlas a cabo con más frecuencia y de manera más efectiva.

2.1.4.4. La eficiencia y el despilfarro

(Neto, 2013) Manifiesta que el *lean manufacturing* es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación que persigue la mejor calidad, el menor *lead time* y el menor coste mediante la eliminación continua del despilfarro.

En la década de los setenta, Toyota desarrolló una analogía similar a la representada en la figura para enseñar su modelo productivo a sus proveedores. Los objetivos del *lean manufacturing*, expresados en el frontispicio de la casa, se sustentan sobre dos pilares: *Just In Time (JIT)* y *Jidoka* (automatización con un toque humano). Los pilares se apoyan sobre tres bases: *Estabilidad*, *Estandarización* y *Heijunka* (producción nivelada). La casa del *lean manufacturing* está construida sobre la confianza y cooperación entre dirección y trabajadores, el respeto y el liderazgo.



Ilustración 3: Casa del Lean Manufacturing
Fuente: LEAN MANUFACTURING

Gemba

Anteriormente hemos mencionado que Taiichi Ohno desarrolló las metodologías y técnicas de TPS de forma empírica, por medio del contrato prueba y ellos en la fábrica de las ideas surgidas de la observación directa de los hechos. Taiichi Ohno insistía en que, para poder resolver un problema o mejorar un proceso, debemos comprender con profundidad la situación real, y para ello debemos observar directamente los hechos en el *gemba* –*Gemba*- es una palabra japonesa que, en el contexto del lean manufacturing, significa –el lugar real/verdadero de la fábrica donde se crea valor-. No debemos tomar decisiones basadas en las suposiciones de otras personas que no han estado en el *gemba*.

2.1.4.5. Tipos de despilfarros

(López, 2007) Señala que según Fujio Cho (Toyota), despilfarro es *“todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto:*

De la observación directa de los hechos en el *gemba*, Taiichi Ohno identificó siete despilfarros (*muda*).

- **Despilfarro por sobreproducción.** Supone anticipar producto no solicitado aún por el mercado, lo que redunda en costes de personal, energía y otros relacionados con la producción, como *stocks* y espacios ocupados innecesariamente. Es el peor de los despilfarros que se dan con más frecuencia.
- **Despilfarros por tiempos de espera.** Está originado por la descoordinación o asincronía entre operaciones que tiene como consecuencia la espera de operarios y materiales. Se descubre con facilidad.
- **Despilfarro por transporte.** Una inadecuada distribución en planta puede dar lugar a que los materiales y productos recorran distancias excesivas e innecesarias, lo que puede redundar, además, en un mayor número de manipulaciones de dichos materiales.
- **Despilfarro por proceso.** Las actividades que componen los procesos deben alcanzar sus objetivos aplicando los mínimos recursos y el menor tiempo posible.
- **Despilfarro por existencias (stock).** Es uno de los despilfarros más frecuentes e importantes y fuente indirecta del resto. Supone un coste adicional por el valor del producto, el espacio utilizado, los transportes, la manipulación, etc.
- **Despilfarro por movimientos.** Este tipo de despilfarro aparece como consecuencia de distancias excesivas e innecesarias entre los puestos de trabajo que debe ocupar un operario encargado de realizar varias operaciones. Otras situaciones similares son aquellas en que las personas se desplazan en busca de materiales, herramientas, pedidos y papeles.
- **Despilfarro por defectos en los productos.** Los productos con defectos deben desecharse o reprocesarse, lo cual supone costes adicionales. Además, provoca desajustes en las líneas, como paros o esperas, y actividades que no añaden valor, por ejemplo, la detección de fallos.

La estrategia para atacar cada uno de estos tipos de despilfarro es diferente. Sin embargo, las fuentes de despilfarro están fuertemente interrelacionadas entre sí y el eliminar una fuente de despilfarro puede llevar a la eliminación o reducción de otras. Quizá la fuente más significativa de despilfarro es el inventario. El trabajo en proceso (*Work in Process – WIP*) no añade valor al producto y debería ser eliminado o reducido. Cuando se reduce el inventario, los problemas ocultos aparecen y es cuando se deben poner en marcha las acciones de forma inmediata.

A estos siete despilfarros podemos añadir el

Despilfarro del conocimiento.

Ya se ha mencionado anteriormente que la implantación de los métodos y técnicas del lean manufacturing es muy sensible a la participación de las personas. Además de los despilfarros enumerados en el apartado anterior, hay un despilfarro inmaterial, probablemente el más importante y el más extendido: el despilfarro del conocimiento. Incurrimos en él cuando no facilitamos a las personas la posibilidad de aportar sus capacidades y experiencia para mejorar los procesos y resolver problemas. Indica falta de respeto y confianza; valores estos sobre los que debe construirse un proyecto *lean*.

2.1.4.6. Beneficios esperados de la producción ajustada

(López, 2007) Sostiene que los beneficios esperados de un proyecto lean son:

- 1. Reducción del *lead time*.** Reducir el tiempo que tarda el producto desde que entra el sistema productivo hasta que sale, es uno de los objetivos de la filosofía *lean*; es decir conseguir que el producto se mueva de proceso a proceso sin estancarse en forma de *stock* en curso. Conseguir que el producto no se estanque se traduce en importantes ahorros para la empresa, ya que no tendrá que dedicar recursos a mover, colocar y recolocar material, además de la ocupación de espacio y el coste financiero que ello supone.
- 2. Reducción de stocks en curso.** Una disminución en el *lead time* comporta una reducción inmediata del stock en curso. Pensemos en un proceso productivo en línea formado por tres subprocesos con tiempos de ciclo muy desiguales. Esto provocará que el *lead time* de los productos sea muy elevado y, en consecuencia, el *stock* en curso. Si descomponemos los subprocesos en operaciones elementales y asignamos a cada puesto de trabajo una cantidad de operaciones de tal forma que los tiempos de ciclo sean muy parecidos tendrá un efecto inmediato en el *lead time* y en la reducción de los *stocks*.
- 3. Aumento de la productividad.** Cuando un proceso avanza hacia un estado más eficiente, generalmente la productividad humana, medida en unidades producidas por unidad de tiempo y persona, aumenta.

4. **Disminución del espacio necesario.** En las implantaciones *lean*, generalmente aparece un beneficio, que es el ahorro de espacio ocupado debido al menor espacio que ocupan los procesos, especialmente con las implantaciones en células en U.
5. **Disminución de los costes de no calidad.** Generalmente, cuando en una empresa se introduce la fabricación en flujo unitario unida a un autocontrol al finalizar cada operación, hace que el número de fallos encontrados en los productos finales disminuya de forma importante.
6. **Aumento de la flexibilidad.** Una vez implantados los aspectos esenciales de la gestión *lean* y eliminados los desperdicios, el paso siguiente es la introducción de la flexibilidad que permita que, manteniendo el proceso altamente eficiente en todos los aspectos, (tiempos de proceso bajos, ausencia de stocks, ausencia de tiempo de paro, equilibrado y productividad elevada), el tiempo de ciclo puede variar a fin de adaptarlo al *takt time*.

2.1.4.7. Herramientas del lean manufacturing

(López, 2007) Considera que dan un valor agregado las actividades que producen una transformación del producto, son la razón del ser del proceso. El análisis de valor agregado es una herramienta de diagnóstico que ayuda a identificar las actividades que no agregan valor dentro del proceso de fabricación.

Este método consiste en escoger una familia de productos, seguir la trayectoria de su proceso productivo y hacer un listado detallado de todas las actividades que se le realizan con su respectiva duración, después de analizar esta información se proponen soluciones basadas en las Herramientas Lean.

- **HERRAMIENTA LEAN: 5S**

(Neto, 2013) Señala que la expresión *cinco S* proviene de las cinco palabras japonesas *seiri* (separar), *seiton* (ordenar), *seiso* (limpiar), *seiketsu* (control visual), *shitsuke* (disciplina), que resumen los cinco pasos a seguir para implantar esta metodología. Las

5S son una metodología enfocada a mejorar las condiciones del puesto de trabajo, que propicia:

- Mejorar la seguridad y calidad
- Reducir las averías
- Reducir los tiempos de cambio (*muda*) y su variación (*mura*) al eliminar las búsquedas y minimizar desplazamientos a la hora de manipular los utillajes y herramientas necesarios para el cambio.
- Reducir el tiempo de ciclo del operario y su variación (*mura*) al disponer de forma adecuada las herramientas y útiles necesarios para realizar el ciclo del trabajo.

Para implantar las cinco S en un área piloto, se deberá seguir los cinco pasos.

Separa (seiri)

Este primer paso consiste en separar los elementos del puesto de trabajo en dos categorías: necesarios e innecesarios. Son innecesarios aquellos elementos que no prevemos utilizar a corto y medio plazo en las actividades normales de producción. Los elementos entorpecen la utilización de los elementos necesarios y son una fuente de variación.

Una vez realizada la separación, retiramos del puesto de trabajo todos los elementos innecesarios. Aquellos elementos sobre los cuales tengamos dudas sobre su utilización futura, se identificarán, listarán y custodiarán en un almacén temporal. Pasando un tiempo determinado, tomaremos una decisión firme sobre su categoría: necesarios e innecesarios.

Ordenar (seiton)

Una vez eliminados los objetos innecesarios, ubicaremos e identificaremos los elementos necesarios de tal forma que el operario lo pueda encontrar, utilizar y reponer en su sitio fácilmente:

- Definiremos una ubicación para cada elemento necesario. Un sitio para cada objeto y cada objeto en su sitio. Dispondremos los elementos necesarios de forma ergonómica, y aquellos que se utilicen frecuentemente los colocaremos más próximos al lugar de uso.

- Identificaremos mediante símbolos las ubicaciones de los objetos necesarios. Los símbolos pueden ser siluetas pintadas, huecos con la forma del elemento, iconos, colores, nombres, referencias...
- La identificación puede ser macro vertical (símbolos en paredes), macro horizontal (símbolos en el suelo) y micro (pequeños símbolos en paneles de herramientas, estanterías...)

El desorden ocasiona búsqueda y desplazamientos innecesarios. Las búsquedas son un despilfarro de tiempo en sí mismas y una fuente de variación. El orden contribuye directamente a la eliminación de las búsquedas y la reducción de los desplazamientos del operario, y nos permite conocer en todo momento si nos falta algún elemento necesario. El orden reduce el despilfarro y la variación.

Limpiar (seiso)

Una vez ordenados los elementos necesarios daremos el tercer paso. Para ello llevaremos a cabo las siguientes tareas:

- Eliminar los focos de suciedad: fugas de aceite, agua taladrina...
- Evitar la dispersión de la suciedad: bandejas de recogida de aceite, pantallas para evitar la caída al suelo de viruta, granalla...
- Facilitar el acceso a los lugares de difícil limpieza o bien evitar la entrada de suciedad en dichos lugares.
- Realizar de forma correcta los arreglos improvisados llevados a cabo con cartones, cinta adhesiva, bridas de plástico, alambres, cuerdas, maderas...
- Sustituir los elementos estropeados o rotos.
- Definir e implantar un procedimiento de limpieza.

La suciedad es una de las principales causas de las averías, ya que dificulta la detección de situaciones anómalas y provoca el deterioro acelerado de componente. La tercera S contribuye directamente a la reducción de las averías, las cuales son un despilfarro de tiempo en sí mismas y una fuente de variación.

Control visual (seiketsu)

Una vez implantados los tres primeros pasos, definiremos estándares (una referencia con la que comparar) claros y simples para el control visual del puesto de trabajo, de tal forma que las situaciones anómalas resulten obvias.

Para ello, hay que:

- Delimitar los rangos de funcionamiento (zonas verdes y rojas) en los instrumentos indicadores de presión, amperaje, temperatura...
- Definir el nivel mínimo y máximo en los visores de aceite.
- Identificar en los puntos de llenado los tiempos de aceites y lubricantes a emplear.
- Identificar, mediante colores y flechas, el tipo de fluido y sentido del flujo en tuberías y condiciones.
- Identificar el estado de las llaves de paso: normalmente abiertas (color verde) o normalmente cerradas (color rojo).
- Marcar cantidades mínimas y máximas para controlar visualmente los *stocks* de consumibles utilizados en el puesto de trabajo.
- Sustituir, donde sea posible, los carenados de chapa por tapas de policarbonato transparente para poder inspeccionar el estado de elementos internos de la máquina como correas, cadenas...

Disciplina (shitsuke)

La disciplina consiste en mantener los estándares establecidos en los cuatro pasos anteriores. La tarea de esta fase se ciñe a la realización de auditorías periódicas y acciones correctoras para asegurarnos de que se alcanza y mantiene el nivel de cinco S deseado.

Para implantar las cinco S en un área piloto, necesitaremos un panel de gestión donde, para cada S, mostremos su definición, ejemplos con fotos del antes y el después, una lista de acciones realizadas/ pendientes y un indicador.

Una vez que las cinco S hayan sido implantadas y nos hayamos asegurado de que los resultados se mantienen a lo largo del tiempo, podremos retirar el panel de gestión. No

obstante, seguiremos realizando auditorias periódicas y mantendremos un indicador global de la evolución de las cinco S.

Son frecuentes los fracasos en la implantación y mantenimiento de las cinco S, generalmente debidos a la falta de visión, rigor y constancia por parte de la dirección.

- **HERRAMIENTA LEAN: TPM**

(Neira, Sistema de incentivos a la Producción, 2003) Agrega que el concepto de TPM (Mantenimiento total productivo) nace en la empresa Toyota bajo el alero del Sistema de Producción Toyota. Esta nueva forma de abordar el mantenimiento fue desarrollado a fines de los años sesenta por el ingeniero Seiichi Nakajima con la guía de Shigeo Shingo y con la premisa de Total Quality Management (TQM), ideó una forma de lograr Cero paradas y Cero defectos en el sistema productivo.

TPM es un sistema de producción que consiste en que el personal día a día realice actividades de mantenimiento básico a la maquinaria, equipos e instalaciones, esto permite el mejoramiento continuo a través del conocimiento profundo de la maquinaria y proceso por parte del operario.

El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos lo podemos definir como con el fin de conseguir un nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo costo y con el máximo de seguridad para el personal que mantiene.

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que la maquina está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

1. **La fiabilidad**, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías. Tiempo entre fallas.
2. **La mantenibilidad** es representado por el tiempo que se demora en reparar la falla.

En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad, es decir, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

Los 8 pilares del TPM

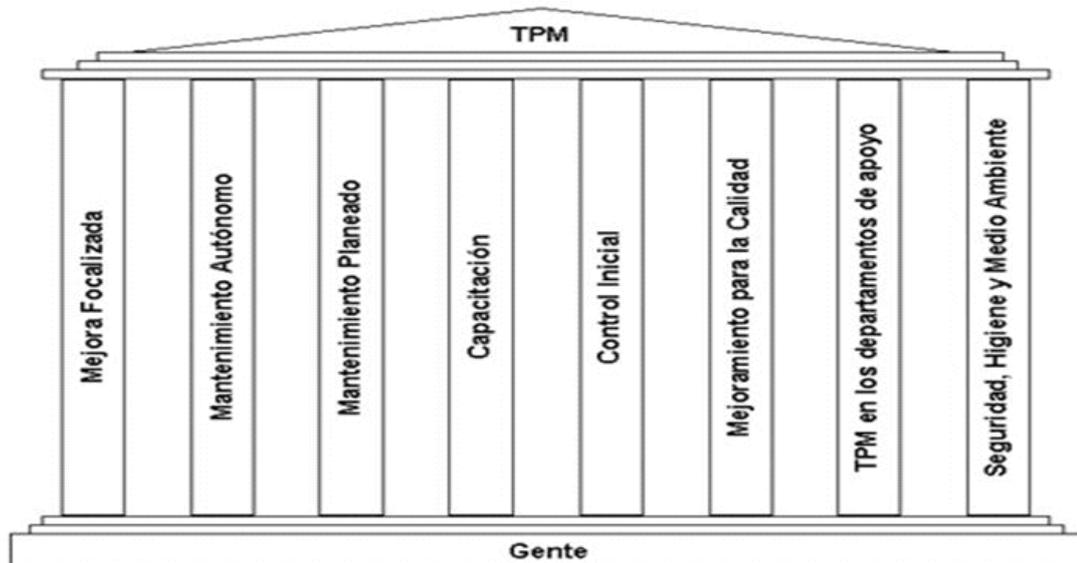


Ilustración 4: Los pilares del TPM
Fuente: LEAN MANUFACTURING

El **TPM** se basa en crear una cultura avanzada a todo nivel organizacional, requiere de un compromiso por parte de la **Alta Gerencia**, un **Comité Interdisciplinario** entrenado en esta valiosa **Herramienta**, un **Planeamiento Estratégico** de la mano con el **Seguimiento Constante** para la ejecución y medición de los **Resultados!** Consta de 8 Pilares Básicos los cuales deben ser implementados paso a paso en su totalidad:

1. Mejoras enfocadas: aporta metodologías para llegar a la raíz de los problemas y con previa planificación definirlo como meta y estimar el tiempo para lograrlo.

El pilar del TPM de Mejoras Enfocadas aporta metodologías para llegar a la raíz de los problemas, permitiendo identificar el factor a mejorar, definirlo como meta y estimar el tiempo para lograrlo, de igual manera, posibilita conservar y transferir el conocimiento adquirido durante la ejecución de acciones de mejora.

Estas actividades están dirigidas a mejorar gran variedad de elementos, como un proceso, un procedimiento, un equipo o componentes específicos de algún equipo;

detectando acertadamente la pérdida y ejecutando un plan de acción para su eliminación.

2. Mantenimiento autónomo: Está enfocado al operario ya que es el que más interactúa con el equipo, propone alargar la vida útil de la máquina o línea de producción.

El Mantenimiento Autónomo está enfocado por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

Contaminación por agentes externos Rupturas de ciertas piezas Desplazamientos
Errores en la manipulación

3. Mantenimiento planeado: Su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.

El mantenimiento planeado constituye en un conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.

Los principales objetivos del mantenimiento planeado son: Reducir el coste de mantenimiento Reducción espera de trabajos Eliminar radicalmente los fallos

4. Control inicial: Consta básicamente en implementar lo aprendido en las máquinas y procesos nuevos.

Desde este pilar se pretende reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento, así como incluir los equipos en proceso de adquisición para que su mantenimiento sea el mínimo.

Se pretende con este pilar, asegurar que los equipos de producción a emplear sean: Fiables Fáciles de mantener Fáciles de operar Seguros Lograr un arranque vertical (arranque rápido, libre de problemas correcto desde el principio)

5. Mantenimiento de la calidad: enfatizado básicamente a las normas de calidad que se rigen. Es una **estrategia** de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el “**cero defectos**” es factible. Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones “**cero defectos**” regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

El Mantenimiento de Calidad se basa en:

Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos. Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anormalidad potencial. Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

6. Capacitación: Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno.

El objetivo principal en este pilar es aumentar las capacidades y habilidades de todo el personal, dando instrucciones de las diferentes actividades de la empresa y como se hacen.

Algunas ventajas que se obtienen son: Formar personal competente en equipos y en la mejora continua de su área de responsabilidad. Estimular el autodesarrollo del personal.

Desarrollar recursos humanos que puedan satisfacer las necesidades de trabajo futuras.
Estimular la formación sistemática del personal.

7. TPM en oficinas: Es llevar toda la política de mejoramiento y manejo administrativo a las oficinas (papelerías, órdenes, etc.).

Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte.

8. Seguridad y medio ambiente: Trata las políticas medioambientales y de seguridad regidas por el gobierno y que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro.

La seguridad y el medio ambiente se enfocan en buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

- ***Las 6 fallas del TPM***

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió como un sistema destinado a lograr la eliminación de *las seis grandes pérdidas de los equipos*, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

FALLOS

- Fallas en los equipos principales
- Cambios y ajustes no programados
- Ocio y paradas menores
- Reducción de Velocidad
- Defectos en el proceso
- Pérdidas de Arranque

- **HERRAMIENTA LEAN: KANBAN**

(Krajewski L. J., 2000) Señala que el sistema Kanban también se ha llamado el "Método de Supermercado", porque la idea fue tomada de los supermercados.

Supermercados y grandes tiendas de retail usan tarjetas de control para los productos donde existe importante información como el nombre del producto, el código de producto y la ubicación del producto en el almacén. En un supermercado las existencias de productos son los que necesita el cliente; están disponibles cuando el cliente los necesita y en la cantidad requerida.

La primera empresa manufacturera en utilizar este concepto fue Toyota, Taiichi Ohno, fue quien promovió la idea de justo a tiempo y aplicó este concepto, comparó el supermercado y el cliente; con el proceso anterior y el proceso siguiente, respectivamente en una empresa de manufacturas. Al tener el próximo proceso (el cliente) ir al anterior proceso (el supermercado) para tener las partes necesarias cuando son necesarias y en la cantidad necesaria.

Un Kamban es una tarjeta que va dentro una funda rectangular de plástico. Se utilizan principalmente dos tipos: el Kanban de transporte y el Kanban de producción. El primero especifica el tipo y la cantidad de producto a retirar por el proceso posterior, mientras el Kanban de producción indica el tipo y la cantidad a fabricar por el proceso anterior denominándose por tal razón Kanban de proceso.

- **Reglas Kanban**

Regla 1 – El proceso posterior recogerá del anterior los productos necesarios en las cantidades precisas del lugar y momento oportuno.

Se deberá prohibir cualquier retiro de piezas o elementos sin la correspondiente utilización del Kanban. Estará también prohibido cualquier retiro de piezas o elementos en cantidades mayores que las especificadas en los kanbans. Por último, un Kanban siempre deberá estar adherido a un producto físico (o a un contenedor).

Se debe tener en cuenta que, como requisitos previos del sistema, habrá que incorporar las condiciones siguientes: nivelado de la producción, organización de los procesos y estandarización de tareas.

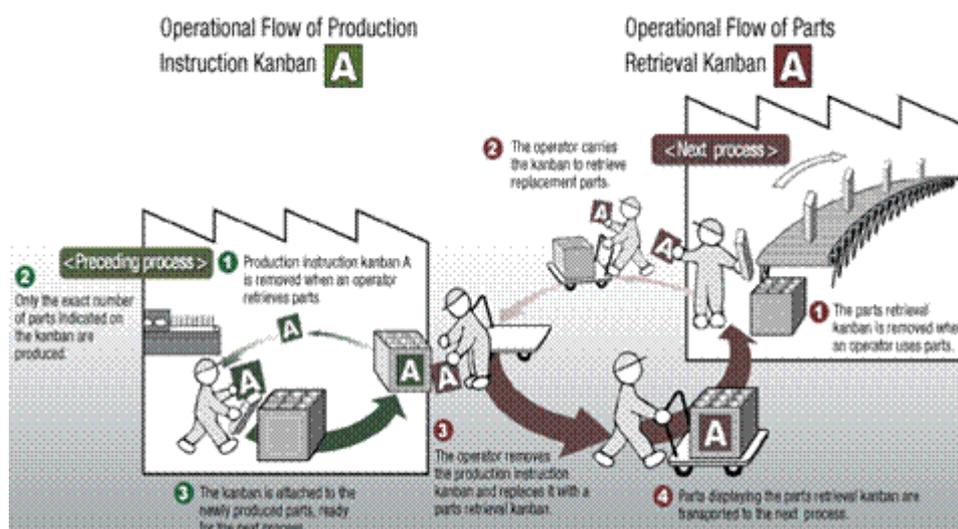


Ilustración 5: Diagrama del Sistema Kanban
Fuente: LEAN MANUFACTURING

Regla 2 – El proceso precedente deberá fabricar sus productos en las cantidades requeridas por el proceso siguiente.

Por tal motivo se prohíbe una producción mayor que el número de fichas Kanban. Por otra parte, cuando en un proceso anterior hayan de producirse varios tipos de piezas, su producción deberá seguir la secuencia con que se han entregado los diversos tipos de Kanban.

Regla 3 – Los productos defectuosos nunca deben pasar al proceso siguiente.

El incumplimiento de esta regla comprometería la existencia misma del sistema Kanban. Si llegaran a identificarse en el proceso siguiente algunos elementos defectuosos, tendría lugar una parada de la línea, al no tener unidades extras en existencia y devolvería los elementos defectuosos al anterior proceso.

El sistema se basa pues en la idea de autocontrol siendo su propósito el evitar la repetición de defectos.

Regla 4 – El número de Kanban debe minimizarse.

Kanban expresa la cantidad máxima de existencias de un determinado insumo o elemento, la autoridad final para modificar el número de Kanbans se delega en el supervisor de cada proceso. Si un proceso se perfecciona gracias a la disminución de tamaño del lote y al acortamiento del plazo de fabricación será posible disminuir a su vez el número de Kanban necesarios. La delegación de autoridad para determinar el número de Kanban es el primer paso para promover el perfeccionamiento de las capacidades directivas.

Regla 5 – El Kanban habrá de utilizarse para lograr la adaptación a pequeñas fluctuaciones de la demanda.

Con ello hacemos mención al rasgo más notable del sistema Kanban consistente en adaptarse a los cambios repentinos en los niveles de demanda o de las exigencias de la producción.

El Kanban es una de aquellas herramientas que si se utiliza de forma incorrecta puede causar una enorme diversidad de problemas. Para utilizar el Kanban de forma adecuada y eficiente, se debe establecer claramente un objetivo y función para determinar luego las normas para su uso.

La información en la etiqueta Kanban debe ser tal, que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las de proveedor de material. La información necesaria en Kanban sería la siguiente:

- Número de parte del componente y su descripción.
- Nombre / Número del producto.

- Cantidad requerida.
 - Tipo de manejo de material requerido.
 - Dónde debe ser almacenado cuando sea terminado.
 - Punto de reorden.
 - Secuencia de ensamble / producción del producto.
-
- **HERRAMIENTA LEAN: JUST IN TIME (JIT)**

El mismo autor señala que el Just-in-Time fue creado y desarrollado en la empresa Toyota por el ingeniero Taiichi Ohno. Su concepto principal es que define el despilfarro como cualquier actividad que no aporta valor para el cliente. Toyota adoptó la estrategia de eliminar todo uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra, equipos, tiempo, espacio, energía), además, de comprar los productos en el momento preciso y en las cantidades requeridas.

La principal fuente de despilfarro es la existencia de stocks en sus diversas formas, lo que arrastra o genera ineficiencias (sobreproducción, procesos inadecuados, movimientos improductivos, productos defectuosos, tiempos muertos, etc.)

Así nace el concepto justo a tiempo, como base de un sistema de arrastre o pull , el que busca producir en cada etapa del proceso la clase de piezas o componentes requeridos, en las cantidades necesarias y en el momento oportuno y si fuera posible, con calidad perfecta.

El sistema Just-in-Time tiene cuatro objetivos esenciales que son:

- 1. Atacar los problemas fundamentales.
- 2. Eliminar despilfarros.
- 3. Buscar la simplicidad.
- 4. Diseñar sistemas para identificar problemas.

Estos cuatro principios forman una estructura alrededor de la cual podemos formular la aplicación del sistema JIT.

1. Atacar los problemas fundamentales.

Una manera de ver ello es a través de la analogía del río de las existencias (figura 5). El nivel del río representa las existencias y las operaciones de la empresa se visualizan como un barco que navega por el mismo. Cuando una empresa intenta bajar el nivel del río (o sea reducir el nivel de sus existencias) descubre rocas, es decir, problemas. Hasta hace poco, cuando estos problemas surgían en las empresas tradicionales, la respuesta era aumentar las existencias para tapar el problema. En cambio, la filosofía del JIT indica que cuando aparecen problemas debemos enfrentarnos a ellos y resolverlos (las rocas deben eliminarse del lecho del río). El nivel de las existencias puede reducirse entonces gradualmente hasta descubrir otro problema; este problema también se resolvería, y así sucesivamente.

2. Eliminar despilfarros.

En este contexto significa eliminar todo aquello que no añada valor al producto. Ejemplos de operaciones que añaden valor son los procesos como cortar metal, soldar, insertar componentes electrónicos, etc. Ejemplos de operaciones que no añaden valor son la inspección, el transporte, el almacenaje, la preparación, entre otros. Por ejemplo el enfoque tradicional es tener inspectores estratégicamente situados para examinar las piezas y si es necesario, interceptarlas. Esto conlleva ciertas desventajas, incluyendo el tiempo que se tarda en inspeccionar las piezas y el hecho de que los inspectores muchas veces descubren las fallas cuando ya se ha fabricado un lote entero, con lo cual hay que reprocesar todo el lote o desecharlo, dos soluciones sin lugar a dudas muy caras.

En el enfoque Just-in-Time se orienta a eliminar la necesidad de una fase de inspección independiente, poniendo el énfasis en dos imperativos:

1. Hacer bien las cosas a la primera.
2. Conseguir que el operario asuma la responsabilidad de controlar el proceso y llevar a cabo las medidas correctivas que sean necesarias, proporcionándole unas pautas que debe alcanzar.

Eliminar despilfarros requiere una lucha continua para aumentar gradualmente la eficiencia de la organización y exige la colaboración de una gran parte de las personas

de la empresa. Si se quiere eliminar las pérdidas con eficacia, el programa debe implicar una participación total de la mayor parte de los empleados. Ello significa que hay que cambiar el enfoque tradicional de decirle a cada empleado exactamente lo que debe hacer, y pasar a la filosofía JIT en la cual se pone un especial énfasis en la necesidad de respetar a los trabajadores e incluir sus aportes cuando se formulan planes y se hagan funcionar las instalaciones. Sólo de esta forma podremos utilizar plenamente las experiencias y pericias de los trabajadores.

3. Buscar de la simplicidad.

Los enfoques de la gestión productiva de moda durante la década de los setenta y principio de los ochenta se basaban en la premisa de que la complejidad era inevitable. JIT pone énfasis en la búsqueda de la simplicidad, basándose en el principio de que enfoques simples conducirán hacia una gestión más eficaz. El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre dos zonas: Flujo de material y el Control.

3.1 Flujo de material

Consiste en eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, si es posible unidireccionales.

La mayoría de las plantas occidentales fabrican en base a lotes, están organizadas en base a una disposición por procesos. Cada proceso implica una considerable cantidad de tiempo de espera que se añade al tiempo que se invierte en el transporte de los artículos de un proceso a otro. Las consecuencias son largos plazos de fabricación, problemas de planificación, retrasos en las entregas, cancelación de pedidos, cambio en las prioridades, los productos se paran y quedan estancados en la fábrica.

3.2 El Control

Just in Time examina la fábrica y parte de la base de que se puede conseguir muy poco colocando un control complejo en una fábrica compleja.

JIT pone énfasis en la necesidad de simplificar la complejidad de la fábrica y adoptar un sistema simple de controles. El enfoque JIT, está basado en el uso de los sistemas de arrastre, asegura que la producción no exceda de las necesidades inmediatas, reduciendo

así el producto en curso y los niveles de existencias; al mismo tiempo, disminuye los plazos de fabricación y el tiempo se invierte en eliminar las fuentes de futuros problemas mediante un programa de mantenimiento preventivo. Just-in-Time hace uso del sistema de arrastre Kanban, elimina el conjunto complejo de flujos de datos, ya que es esencialmente, en su forma original, un sistema manual. Esta es la principal diferencia con respecto a los enfoques occidentales de control de materiales. Si disminuye la demanda, el personal y la maquinaria no producen artículos.

Las principales ventajas que se pueden obtener del uso de los sistemas Just-in-Time tipo arrastre son las siguientes:

1. Reducción de la cantidad de productos en curso.
2. Reducción de los niveles de existencias.
3. Reducción de los plazos de fabricación.
4. Reducción gradual de la cantidad de productos en curso.
5. Identificación de las zonas que crean cuellos de botella.
6. Identificación de los problemas de calidad.
7. Gestión más simple.

4. Establecer sistemas para identificar problemas.

El sistema de arrastre Kanban saca los problemas a la luz, en tanto que el control estadístico de procesos (CEP) ayuda a identificar la fuente del problema. Con el JIT, cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso y cualquier sistema que los enmascare, perjudicial. Los sistemas diseñados con la aplicación del JIT deben pensarse de manera que accionen algún tipo de aviso cuando surja un problema. Hay que hacer dos cosas:

1. Establecer mecanismos para identificar los problemas.
2. Estar dispuesto a aceptar una reducción de la eficiencia a corto plazo con el fin de obtener una ventaja a largo plazo.

Los objetivos del Just-in-Time suelen resumirse en la denominada "Teoría de los Cinco Ceros", siendo estos:

- Cero Defectos.
- Cero Averías.
- Cero Stock.
- Cero demora.
- Cero Papel.

- **HERRAMIENTA LEAN: SMED**

Añade además el autor que es esencial para realizar la producción en pequeños lotes y para tratar los cambios de la demanda. Forma parte del corazón del sistema de producción Toyota. Es un método necesario para alcanzar el JIT (Shigeo Shingo.,1985) que como escribe el autor es un fin no un medio.

El SMED contiene tres elementos esenciales:

- Es un método de pensamiento básico sobre la producción
- Es un sistema realista
- Es un método practico

El SMED nació en 1950 cuando Shigeo Shingo dirigía un estudio de mejora de eficacia para Toyo Kogyo (Mazda). Esta pretendía eliminar los grandes cuellos de botella provocadas por las prensas de moldeado de carrocerías. Después de realizar un análisis in situ, vio que las operaciones de preparación de maquina eran realmente de dos tipos fundamentalmente diferentes:

- Preparación interna(IED), solo pueden realizarse con la maquina parada
- Preparación externa (OED), pueden realizarse cuando la maquina está en operación.

Shigeo Shingo se dio cuenta que muchas veces en el cambio de matriz de la prensa el operario perdía mucho tiempo en buscar pernos que faltaban en la matriz a montar ocurriendo esto una vez, la prensa estaba parada. Todo lo que se hizo fue establecer un procedimiento de preparación externa: verificar que los pernos necesarios estaban listos

para la siguiente preparación. Esto elevó la eficacia de las prensas alrededor del 50% y el cuello de botella desapareció. Así nació el SMED.

En 1969, visitó una planta de Toyota en la que había una prensa de 1000 toneladas que Volkswagen cambiaba de útiles y operaba en 2 horas, sin embargo ellos lo hacían en 4 horas. En un primer momento distinguió junto al jefe de planta las IED de las OED, intentando mejorar cada una por separado, al igual que había hecho con éxito en otras empresas. Después de 6 meses rebajaron el tiempo a 90 minutos. Poco después el director de la división les encomendó reducirlo a tres minutos. Tras reflexionar brevemente les llegó la inspiración "¿Por qué no convertir preparaciones internas en externas?". Tras meditar en como hacerlo listó ocho técnicas para acortar los tiempos de preparación de prensas. Usando esto fueron capaces de alcanzar el objetivo de 3 minutos. En ese momento bautizó ese concepto como "Cambio de útiles en menos de 10 minutos" o SMED.

El SMED fue adoptado por todas las fábricas de Toyota y continuó evolucionando como uno de los elementos principales del Sistema de Producción Toyota. El desarrollo del concepto SMED le llevó diecinueve años en total. Su fundamento es:

- 1. Separación de preparación interna y externa
- 2. Convertir preparación interna en externa
- 3. Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.

En síntesis la relación del SMED con el Sistema de Producción Toyota es:

- La eliminación de los despilfarros de la sobreproducción (sistema Ford) no pueden alcanzarse sin el SMED.
- La reducción de los plazos de ejecución requiere pequeños lotes de producción.
- Se debe llegar a dominar el SMED si deseamos tener capacidad para responder a los cambios en la demanda de los consumidores.

Por lo que se puede decir que la piedra angular del Sistema de Producción Toyota es el SMED y es la técnica base para articular esta nueva filosofía de producción.

Otros efectos del SMED son:

1. Ofrece un método para alcanzar una producción en pequeñas series y alta diversidad con mínimos niveles de stock, con el consiguiente uso de la planta más eficiente.
2. Aumento de productividad conforme se eliminan operaciones de manejo de stock.
3. Eliminación de stock erróneos debido a errores en la estimación de la demanda,
4. Reducción de deterioros de las mercancías,
5. Aumento de habilidad de producción mezclada de varios tipos de artículos reduciendo el stock adicional.
6. Incremento de las tasas de trabajo de máquinas y de su capacidad productiva,
7. Eliminación de errores de preparación de máquinas, mejora de la calidad,
8. Incremento de la seguridad industrial.
9. Reducción del tiempo de preparación.
10. Reducción de costos.
11. Mejora de la actitud de los operarios.
12. Menor nivel de entrenamiento.
13. Reducción de plazos de fabricación.
14. Eliminación de esperas de proceso.
15. Incrementar la flexibilidad de la producción.
16. Eliminación de ideas preconcebidas.
17. Nuevas actitudes, una revolución en el pensamiento que hace posible lo imposible
18. Acortar los plazos de fabricación hasta el mínimo y responder inmediatamente a los cambios de la demanda.

- **HERRAMIENTA LEAN: JIDOKA**

Una de las primeras cosas que Ohno observo cuando miro su nueva nave de fabricación mecánica, fue a las personas que estaban delante de las maquinas como si estuvieras unidad indisolublemente las unas con las otras. Esta mentalidad de “isla aislada” y el diseño de la sección eran contrarios a su experiencia en la anterior empresa, Toyota Spinning and Weaving, donde Jidoka era el principio organizativo más importante.

El Jidoka había sido la creación de Sakachi Toyoda, el fundador del grupo de empresas Toyota, a finales de la última década del siglo XIX y principios del siguiente. Ha sido difícil traducir el término Jidoka; las traducciones han sido “automatización”, “built in quality”, “el principio de la calidad”, “respeto por el sistema humano”, “automatización con el toque humano”.

En Toyota, hemos decidido mantener el término Jidoka y explicarlo como un nuevo concepto, ya que no existía un término equivalente en la lengua inglesa. En realidad no existía ni siquiera en japonés un término que describiese adecuadamente tales conceptos. Así, Jidoka es un término acuñado ex novo incluso en japonés.

Como se podrá observar por las traducciones citadas, Jidoka incorpora una gama de conceptos.

Fundamentalmente Jidoka significa producir con calidad y planificar las operaciones y las instalaciones de tal manera que las personas no estén ligadas a las máquinas sino que sean libres de ejecutar un trabajo con valor añadido como es apropiado para el ser humano.

Si las personas están mirando las máquinas fijamente, solo para asegurarse de que las máquinas estén produciendo bien, nos podremos preguntar: ¿Quién está trabajando para quién? ¿Son las máquinas las que trabajan para nosotros o viceversa? Con Jidoka las personas no están ligadas a una máquina, sino que son libres de ocuparse de ellas solo cuando es necesaria la vigilancia y libres para hacer trabajar distintas máquinas al mismo tiempo.

Cuando Ohno trató de introducir el concepto de Jidoka en el campo de la fabricación mecánica de la que se ocupaba, encontró resistencias. Parece que sea la naturaleza humana, que quiere sentirse “poseedora de la propia máquina”. El concepto de Ohno, sin embargo, contempla tener un operario que trabajase en dos o más máquinas.

Ohno iba a la fábrica de noche al finalizar la producción, simplemente para probar sus ideas sobre la maquinaria. Hacía pruebas para ver que funcionaba y que no. La leyenda dice que, si bien sus conceptos funcionaban bien, su trabajo en las navas no siempre era bueno. Solo producía defectos durante sus experimentos a base de pruebas y errores.

Él se libraba de todos los desechos producidos, en el pequeño lago que estaba detrás de la fábrica, esperando esconderlos y pensando que ninguno se diese cuenta de lo que estaba haciendo, pero todos lo sabían. Después de un tiempo el lago se llenó de los desechos que el producía.

2.1.5. Experiencias en otras empresas

(MORA E, CASTILLO A; 2001) Nos dice a lo largo de estos últimos años, las empresas que han buscado incrementar su productividad, para alcanzar competitividad en el mercado mundial, han adoptado como estrategia de fabricación al Sistema de Producción Esbelta.

Esta filosofía ha sido aplicada en todo tipo de organización, sea esta grande o pequeña sin importar el sector productivo al que pertenecen; claro está, que no en todas consiguen la totalidad de los objetivos propuestos por este modelo de producción, pero predominan los ejemplos de empresas que han alcanzado progresos notorios en pocos meses.

“para tener una idea del nivel actual de la implementación de Manufactura Esbelta (Lean) en México se analizaron los resultados del IV censo anual de manufactura en los países del TLC y Australia, desarrollada por la revista Norteamericana Industry Week (Publicada en la revista manufactura de Abril del 2001) donde después de comparar y analizar en algunas empresas mexicanas el sistema tradicional de manufactura con el sistema de Producción Esbelta, se encontró que este último logro reducciones en:

- 50% o más del espacio utilizado para manufactura
- La distancia entre los procesos tuvo una disminución considerable
- Tiempo de entregas desde el pedido hasta la entrega del producto terminado en promedio fue del 50%
- 50% en promedio del tiempo de ciclo de manufactura
- 100% del tiempo de preparación de cambio de modelo
- Defectos 50% en promedio

En el Ecuador son pocas las organizaciones que estén aplicado los elementos técnicos administrativos que propone el sistema de Producción Esbelta, la mayoría son medianas

empresas, entre estas tenemos a CONDUIT DEL ECUADOR S.A. productora de tubos de acero, IDEAL ALAMBREC fabricantes de clavos, mallas de acero, alambre; AGLOMERADOS COTOPAXI con productos relacionados a la madera, PRONACA Industria Agro-Alimenticia; Empresa de Servicios Médicos SALUD, quienes en el primer Simposio Ecuatoriano de la Excelencia Empresarial mostraron los resultados obtenidos a lo largo de su implementación, los mismo que los han convertido en empresas con capacidad de reacción ante las necesidades de los clientes y les han permitido posicionarse de mejor manera en el mercado local, mediante la eliminación de tiempos muertos por reproceso, cambios de líneas de productos, a la vez que han reducido tiempos de entrega, inventarios y costos de producción.

Esta filosofía de producción se está expandiendo de una manera lenta pero segura a lo largo del país y del mundo, haciendo que las empresas que la adopten sean más competitivas pues dedicarán sus recursos a la producción y no al desperdicio.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. HIPOTESIS O IDEA A DEFENDER

3.1.1. Hipótesis General

Por medio del diseño de un sistema de producción de Lean Manufacturing, se logrará la optimización de materiales, minimización de desperdicios y la productividad del personal.

3.1.2. Hipótesis Alternativas

- A través del diagnóstico de la situación actual de la empresa Indupalets se podrá evaluar las falencias que posee para un mayor control y una correcta planificación de actividades.
- Por medio del diseño de un sistema de producción se logrará el aprovechamiento de recursos, herramientas y materiales dentro de la empresa.
- Por medio de la propuesta de un modelo productivo se podrá cumplir con los pedidos demandados por el consumidor y a su vez satisfacer al cliente,

3.2. VARIABLES

Variable Independiente	Variable Dependiente
Diagnóstico de la situación	<ul style="list-style-type: none">✓ Evaluar falencias.✓ Poseer mayor control.✓ Realizar una correcta planificación.
Diseño de sistema de producción	<ul style="list-style-type: none">✓ Aprovechamiento de recursos y materiales✓ Mayor eficiencia de equipos y maquinaria.✓ Reducción de tiempos de entrega.
Modelo Productivo	<ul style="list-style-type: none">✓ Minimización de desperdicios✓ Disminución de la sobreproducción✓ Optimización de transporte y movimientos

Tabla 8: Variables

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la elaboración del presente proyecto se realizará una investigación cuali-cuantitativa. Cualitativo porque se deberá obtener información para la elaboración del sistema de producción o de mejoramiento, del cual se podrá observar el procedimiento que se deberá llevar a cabo para la optimización de los recursos y la mejor continua de

La perspectiva cuantitativa nos permite examinar los datos numéricos que se tomarán para la elaboración de las distintas herramientas del Lean Manufacturing, las que se verán en el desarrollo del presente proyecto, así como también la toma de datos para la elaboración de las encuestas, como es la población y la muestra.

3.3.1. Tipos de estudio de investigación

Para la elaboración del proyecto se seguirán cuatro tipos de investigación, es decir que se aplicará el modelo de investigación Mixto:

- *Investigación de campo*

Se realizará investigación de campo ya que es preciso recopilar información de la fuente que es la empresa Indupalets, permitiéndonos realizar una investigación real por medio de la recolección de datos y la compilación de información.

- *Investigación explicativa*

Este tipo de investigación será aplicada en el presente proyecto ya que es necesario conocer y encontrar las causas del problema expuesto, de esta manera facilitar la actividad de búsqueda en la solución de problemática por medio de la aplicación de métodos y técnicas ya que ésta metodología es básicamente cuantitativa con el fin de descubrir las causas.

- *Investigación Descriptiva*

Se requiere especificar y describir todos los procesos que se pretenden dentro de la empresa Indupalets para la elaboración del producto final, de tal manera que se necesitará conocer toda la información y datos del procedimiento y de las actividades que los trabajadores realizan en la empresa para facilitar la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing.

- *Investigación Exploratoria*

Este tipo de investigación nos ayuda a examinar temas que no se han estudiado antes o que existe poca información acerca del problema, es por eso que se va a aplicar este tipo de investigación, ya que con respecto a la aplicación del Lean Manufacturing o la mejora continua no han existido antecedentes en la empresa Indupalets.

3.4. Población y Muestra

La población y la muestra que se utilizará para la elaboración de la encuesta son 10 trabajadores, ya que dentro de gerencia y en el área de producción son dos las personas laborando y 8 personas son los trabajadores de producción a quienes se les realizará las debidas encuestas para conocer si es factible o no realizar el siguiente proyecto.

NIVEL DIRECTIVO

Gerente General	1
Jefe área de producción	1
TOTAL	2

Tabla 9: Nivel Directivo

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

NIVEL OPERATIVO

Jefe área de producción	1
Maquinaria	6
Clavadores	2
TOTAL	9

Tabla 10: Nivel Operario

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

2.2.Métodos, técnicas e instrumentos

Para la elaboración de la investigación se deberá aplicar varios métodos que son:

- *Método inductivo-deductivo*

Se realizará este método para la recopilación de datos particulares y llegar a un conocimiento general que en este caso de investigación se realizará la toma de tiempos de cada proceso para facilitar la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing.

- *Método analítico – sintético*

Se tomará en cuenta toda la información recolectada para realizar un análisis de todo lo obtenido a su vez realizando de una manera sintética para una mejor comprensión de lo analizado.

- *Técnica*

Para la investigación se realizarán encuestas basadas en entrevistas cara a cara o de profundidad a todo el personal señalado anteriormente que labora dentro de la empresa INDUPALETS.

- *Instrumento*

Se utilizará como instrumento un cuestionario abierto y cerrado en el cual especifique todo lo que se desea investigar, el cual consta en anexos.

CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. METODOLOGÍA, GUÍA Y/O PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA

Para realizar la propuesta de implementación se debe partir de las encuestas basadas en entrevistas cara a cara o de profundidad realizadas tanto a la gerencia como a los obreros, teniendo en cuenta que se deberán realizar dos tipos de encuestas tanto para gerencia como para las personas que trabajan en el área de producción y para esto utilizaremos una instrumento que es el cuestionario abierto y cerrado.

4.1.1. Cuestionarios



EMPRESA INDUPALETS

CUESTIONARIO 1

Instrucciones:

Lea con cuidado cada pregunta antes de responder. Este cuestionario debe ser respondido con franqueza e información certera con la finalidad de aportar a la mejora de la empresa INDUPALETS

Objetivo:

Conocer si el empresario requiere de un sistema de mejora para la empresa y los beneficios que le traería el conocimiento de un control de tiempos y movimientos.

- 1) ¿La empresa posee un flujograma de procesos documentado con instrucciones de la elaboración del pallet? Si su respuesta es NO. ¿Qué beneficios cree que aportaría?
- 2) ¿Posee un plan de optimización de los recursos respecto al área de producción? Si su respuesta es NO. ¿Cree que es necesario?
- 3) ¿Se realizan controles de tiempos y movimientos dentro del área de producción?
- 4) ¿Qué beneficios obtendría usted conociendo el tiempo real de la elaboración del pallet?
- 5) ¿Cuenta usted con un plan de limpieza para el área administrativa y de producción? Si su respuesta es NO. ¿Cree que es necesario?
- 6) ¿Cree usted necesario la implementación de un sistema de mejora continua?

Ilustración 6: Cuestionario N° 1

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.



EMPRESA INDUPALETS

CUESTIONARIO 2

Instrucciones:

Lea con cuidado cada pregunta antes de responder. Este cuestionario debe ser respondido con franqueza e información certera con la finalidad de aportar a la mejora de la empresa

Objetivo:

Conocer la apreciación que poseen los trabajadores de INDUPALETS respecto al lugar de trabajo.

1) **¿Cree usted que existe una correcta limpieza en su lugar de trabajo?**

SI _____

NO _____

2) **¿Conoce usted si existe un correcto control de los suministros?**

SI _____

NO _____

3) **¿Conoce usted si existe un control para la limpieza de cada área de trabajo?**

SI _____

NO _____

4) **¿Se realiza mantenimiento de la maquinaria y equipos?**

SI _____

NO _____

5) **¿Existe un lugar específico para cada instrumento o material utilizado durante su jornada de trabajo?**

SI _____

NO _____

6) **¿Coloca usted sus herramientas de trabajo al iniciar y terminar su labor diario?**

SI _____

NO _____

7) **¿Al momento de requerir una herramienta la encuentra con facilidad y la primera?**

SI _____

NO _____

8) **¿Limpia usted su lugar de trabajo después de finalizar su jornada laboral?**

SI _____

NO _____

9) **¿Cumple usted con las metas establecidas por el jefe de producción?**

SI _____

NO _____

10) **¿El jefe de producción registra tiempos respecto a la elaboración del pallet?**

SI _____

NO _____

Ilustración 7: Cuestionario N° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

4.1.2. Tabulación

Cuestionario N° 1

- 1) ¿La empresa posee un flujograma de procesos documentado con instrucciones de la elaboración del pallet? Si su respuesta es NO. ¿Qué beneficios cree que aportaría?**

Las dos personas encuestadas opinan que NO posee la empresa un flujograma de procesos, y creen que beneficiaría a la institución ya que se conocerá exactamente el procedimiento de la elaboración de pallets y a su vez se podrá compartir con el personal para su conocimiento, con la finalidad de encontrar las fallas y mejorarlas.

- 2) ¿Posee un plan de optimización de los recursos respecto al área de producción? Si su respuesta es NO. ¿Cree que es necesario?**

El gerente general y el jefe de área de producción coinciden con la respuesta, NO poseen un plan de optimización de recursos, y consideran necesario para la disminución de desperdicios, materiales y reducción de costos.

- 3) ¿Se realizan controles de tiempos y movimientos dentro del área de producción? Si su respuesta es NO. ¿Cree que es necesario?**

Las personas que conforman el nivel directivo coinciden con la respuesta, NO se realizan controles de tiempos y movimientos y creen que ayudará a la planificación y optimización de la producción, lo cual logrará que la empresa sea más productiva.

- 4) ¿Qué beneficios obtendría usted conociendo el tiempo real de la elaboración del pallet?**

Consideran que se podrían obtener los siguientes beneficios:

- Planificación de la producción
- Conocer la capacidad instalada y la capacidad diseñada de la empresa.
- Controlar tiempos ociosos e innecesarios del personal.
- Conocer la producción diaria, semanal, mensual, etc.

5) ¿Cuenta usted con un plan de limpieza para el área administrativa y de producción? Si su respuesta es NO. ¿Cree que es necesario?

El jefe de área de producción considera que se realiza limpieza cuando es necesario, pero cree al igual que el gerente general que es necesario la un plan de limpieza para que se pueda producir en óptimas condiciones, con mayor rapidez y seguridad para el personal.

6) ¿Cree usted necesario la implementación de un sistema de mejora continua?

La respuesta en común es SI, para que se puedan alcanzar las metas empresariales por medio de estrategias con la finalidad de ser cada día más productivo para ayuda del personal de la institución.

Cuestionario N° 2

1) ¿Cree usted que existe una correcta limpieza en su lugar de trabajo?

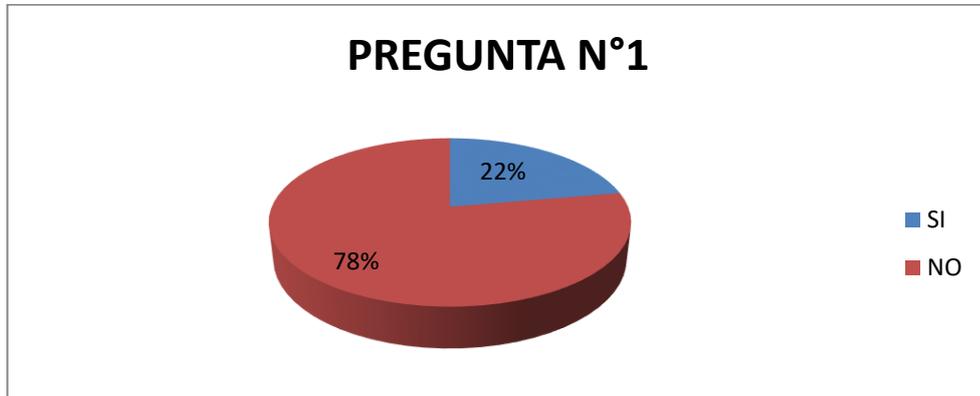


Ilustración 8: Pregunta n° 1 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: Según las encuestas realizadas al personal de producción, se puede apreciar por medio del primer gráfico que una gran mayoría que es el 78% de los trabajadores piensan que no existe una correcta limpieza en sus lugares de trabajo, mientras que el 22% restante creen que si existe.

2) ¿Conoce usted si existe un correcto control de los suministros?



Ilustración 9: Pregunta n° 2 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: En este segundo gráfico se puede observar que el 100% de los trabajadores saben que no existe un correcto control de los suministros, herramientas y materiales dentro de la empresa.

3) ¿Conoce usted si existe un control para la limpieza de cada área de trabajo?

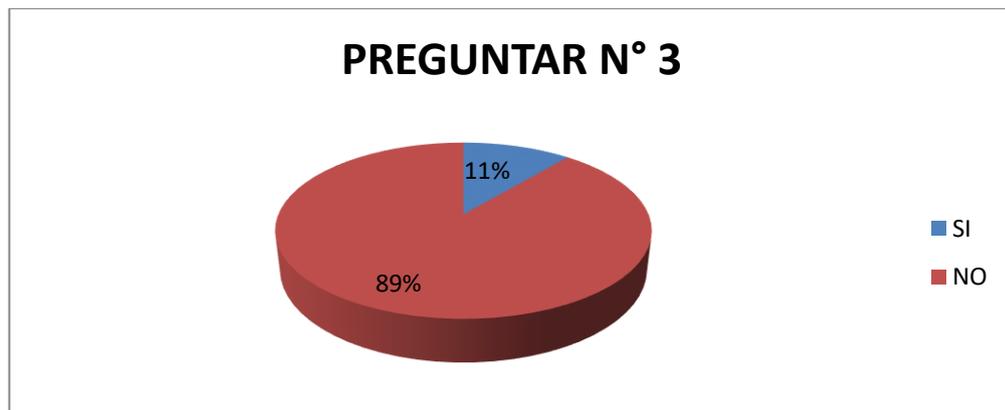


Ilustración 10: Pregunta n° 3 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: Como se observa en el tercer gráfico una mayoría considerable que es el 89% del personal no tiene conocimiento de un control de limpieza para cada área, mientras que el 11% de los trabajadores consideran que si existe un control para la realización de la limpieza.

4) ¿Se realiza mantenimiento de la maquinaria y equipos?

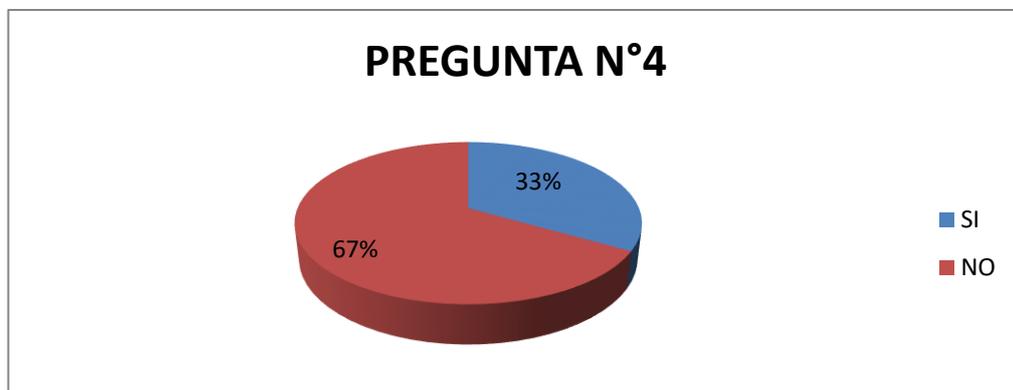


Ilustración 11: Pregunta n° 4 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: Un 67% de los trabajadores de producción si realizan mantenimiento de la maquinaria y equipos, mientras que el 33% no lo realizan.

5) ¿Existe un lugar específico para cada instrumento o material utilizado durante su jornada de trabajo?

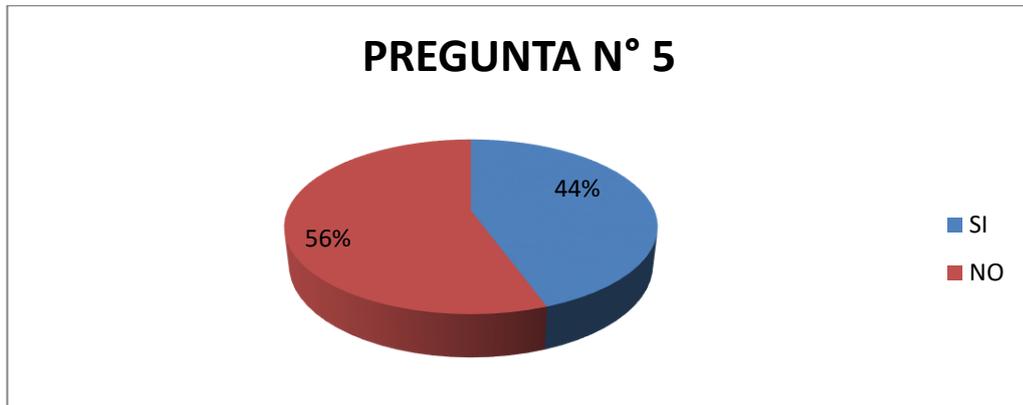


Ilustración 12: Pregunta n° 5 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: En este quinto gráfico podemos apreciar que el 56% del personal considera que si existe un lugar para cada cosa para colocarlo después de su jornada laboral, mientras que el 44% considera lo contrario.

6) ¿Coloca usted sus herramientas de trabajo al iniciar y terminar su labor diario?



Ilustración 13: Pregunta n° 6 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: Se observa que la mayoría del personal coloca sus herramientas de trabajo al iniciar y terminar su jornada laboral es decir el 89%, y la minoría no lo hace, siendo el 11% que corresponde a una persona.

7) ¿Al momento de requerir una herramienta la encuentra con facilidad y la primera?

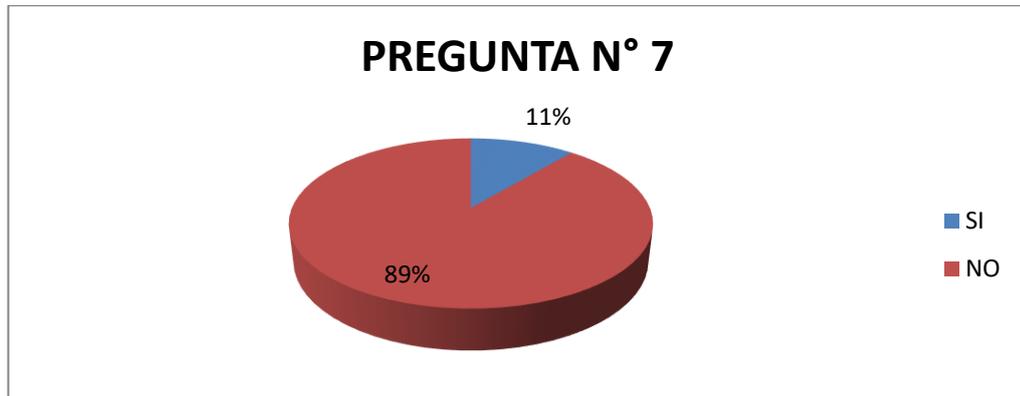


Ilustración 14: Pregunta n° 7 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: Con respecto al séptimo gráfico podemos apreciar que tan solo el 11% del personal de producción pueden encontrar con facilidad las herramientas que necesitan en el momento requerido, mientras que la gran mayoría que es el 89% no lo hacen, es decir, se les complica y pierden tiempo en la búsqueda de materiales y herramientas.

8) ¿Limpia usted su lugar de trabajo después de finalizar su jornada laboral?

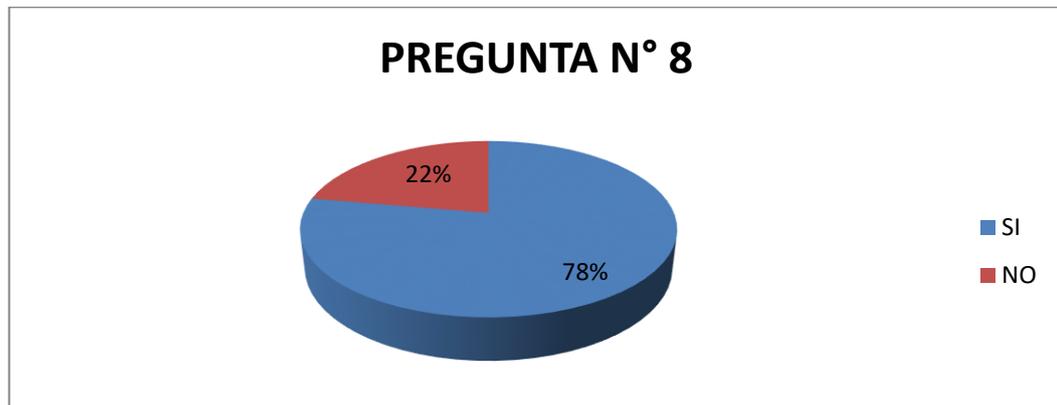


Ilustración 15: Pregunta n° 8 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: Este gráfico nos muestra que la gran mayoría realiza la limpieza después de su jornada laboral, es decir el 78% del personal, y tan solo el 22% no se preocupa por hacerlo.

9) ¿Cumple usted con las metas establecidas por el jefe de producción?

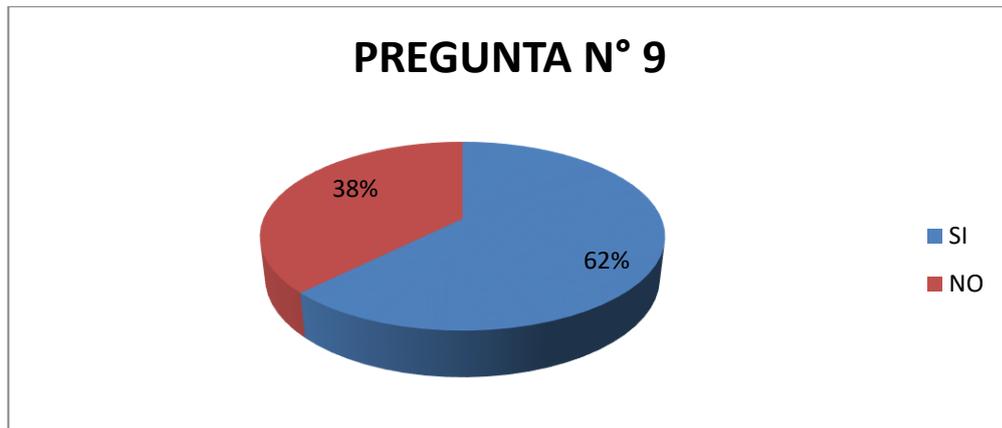


Ilustración 16: Pregunta n° 9 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: Se puede observar en este gráfico que un poco más de la mitad del personal es decir el 62% cumple con las metas establecidas por el jefe de área, mientras que el 38% restante no lo hacen ya que el material no le llega a tiempo u otras causas ajenas a ellos.

10) ¿El jefe de producción registra tiempos respecto a la elaboración del pallet?



Ilustración 17: Pregunta n° 10 - Cuestionario n° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Interpretación: Este último gráfico indica claramente que el 100% del personal, afirman que el jefe de producción no registra tiempos ni los controla al momento de la elaboración del producto.

4.2. PROPUESTA

Para la elaboración del presente proyecto me guiaré a través de la elaboración de un FODA de la empresa INDUPALETS, señalando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que esta posee, para partir de este punto con el diseño de la herramienta Lean y además conocer la situación actual que tiene la empresa.

4.2.1. FODA

Fortalezas

- **F1.**_ Ubicación geográfica favorable que facilita la comercialización del producto.
- **F2.**_ Disponibilidad de recurso humano calificado.
- **F3.**_ Posibilidad de mejorar la tecnología.
- **F4.**_ Excelente relación con los clientes.
- **F5.**_ Cuenta con bosques para la extracción de la materia prima y la elaboración del producto final.
- **F6.**_ Cuenta con confiables proveedores de madera.

Debilidades

- **D1.**_ Desperdicio en la materia prima en el bosque y en la fábrica.
- **D2.**_ Baja productividad.
- **D3.**_ El personal no colabora.
- **D4.**_ Recursos económicos limitados.
- **D5.**_ Limitación tecnológica.
- **D6.**_ Aglomeración de desechos y material propio de la madera.

Oportunidades

- **O1.**_ Provisión de equipo y maquinaria nacional de alta producción.
- **O2.**_ Producción acorde a las exportaciones bananeras.
- **O3.**_ Nuevos mercados.
- **O4.**_ Posibilidades de asumir competencias a través de la calidad y productividad.
- **O5.**_ Potencial adecuando de plantaciones de pino.
- **O6.**_ Alternativas de crédito favorable.

Amenazas

- **A1.**_ Desequilibrio económico
- **A2.**_ Excesivos impuestos que paga el sector.
- **A3.**_ Políticas estatales desfavorables al sector maderero

- A4._Deficiencia en servicios básicos.
- A5._Alto costo financiero.
- A6._Competencia por otras empresas.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Seguir cultivando todos los puntos fuertes que posee la empresa para seguir brindando un servicio y un producto de calidad.	Tomar las ocasiones que se nos presenten para mejorar, y prestar un servicio y producto de buena calidad.
DEBILIDADES	AMENAZAS
Convertir todos nuestros puntos débiles en oportunidades y aprovechar de estas, para que poco a poco vayan desapareciendo.	Mejorar nuestro producto para ir a la par con la competencia y optimizar la utilización de materiales.

Tabla 11: FODA

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

4.2.2. Matriz cuadrática FODA

FODA		OPORTUNIDADES						AMENAZAS						TOT AL		
		O 1	O 2	O 3	O 4	O 5	O 6	SU B	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5		A 6	SU B
FORTALEZAS	F1	3	3	3	3	3	3	18	1	2	1	1	2	2	9	27
	F2	3	3	3	3	3	3	18	1	0	1	1	1	1	5	23
	F3	3	2	3	3	2	3	16	0	2	1	1	2	2	8	24
	F4	3	3	3	3	3	3	18	1	1	1	1	0	1	5	23
	F5	3	3	3	3	3	3	18	1	0	2	0	0	2	5	23
	F6	3	3	3	3	3	3	18	2	2	2	2	2	2	12	40
	SUB	1 8	1 7	1 8	1 8	1 7	1 8	106	6	7	8	6	7	1 0	44	
DEBILIDADES	D1	3	2	1	3	1	3	13	0	1	2	1	1	0	5	18
	D2	2	3	3	3	3	2	16	1	1	0	1	0	1	4	20
	D3	3	1	3	2	3	3	15	1	0	1	1	0	1	4	19
	D4	2	3	1	3	3	2	14	1	2	0	0	2	1	6	20
	D5	3	1	3	2	3	3	15	1	2	1	1	0	1	6	21
	D6	2	3	2	3	1	2	13	1	0	1	0	1	0	3	16
	SUB	1 5	1 3	1 3	1 6	1 4	1 5	102	5	6	5	4	4	4	56	
	TOT AL	3 6	3 4	3 4	3 4	3 4	3 6		1 1	1 3	1 3	1 0	1 1	1 4		

Tabla 12: Matriz cuadrática FODA

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

NOTA: Escala (0); No impacto (1); Débil (2); Moderado (3); Fuerte.

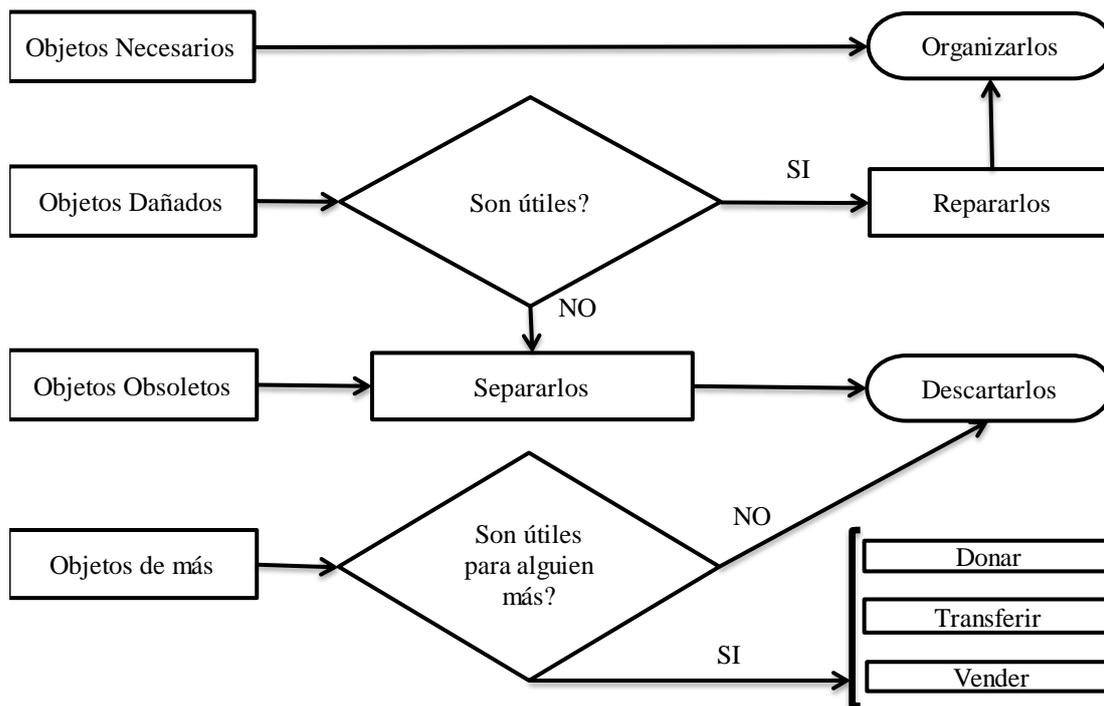


Ilustración 18: Flujograma de Clasificación de Inecesarios

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Tabla de clasificación de elementos innecesarios

- **Formato General**

	<p>EMPRESA INDUPALETs FORMATO GENERAL FICHA DE CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS</p>					
FICHA N° _____						
FECHA	ELEMENTO/ ARTÍCULO	UBICACIÓN ELEMENTO	CANTIDAD	CAUSA/ RAZÓN	SUGERENCIA DE ELIMINACIÓN	PERSONA ENCARGADA
Observaciones: _____						

Ilustración 19: Formato General - Ficha Clasificación de Elementos

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

- **Formato Individual**



EMPRESA INDUPALETS
FORMATO INDIVIDUAL
FICHA DE CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS

NOMBRE DEL ARTÍCULO: _____												
FICHA N°: _____												
CATEGORÍA	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. Maquinaria</td> <td style="width: 50%;">6. Equipo de Oficina</td> </tr> <tr> <td>2. Accesorios y herramientas</td> <td>7. Librería y papelería</td> </tr> <tr> <td>3. Materia Prima</td> <td>8. Limpieza</td> </tr> <tr> <td>4. Inventario en Proceso</td> <td>9. Otros _____</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5. Producto Terminado</td> </tr> </table>		1. Maquinaria	6. Equipo de Oficina	2. Accesorios y herramientas	7. Librería y papelería	3. Materia Prima	8. Limpieza	4. Inventario en Proceso	9. Otros _____	5. Producto Terminado	
1. Maquinaria	6. Equipo de Oficina											
2. Accesorios y herramientas	7. Librería y papelería											
3. Materia Prima	8. Limpieza											
4. Inventario en Proceso	9. Otros _____											
5. Producto Terminado												
FECHA	UBICACIÓN	TIPO DE COORDENADA										
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR \$										
RAZÓN	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. No se necesita</td> <td style="width: 50%;">5. Uso desconocido</td> </tr> <tr> <td>2. Defectuoso</td> <td>6. Contaminante</td> </tr> <tr> <td>3. Chatarra</td> <td>7. Otro _____</td> </tr> <tr> <td colspan="2">4. Material de desperdicio</td> </tr> </table>		1. No se necesita	5. Uso desconocido	2. Defectuoso	6. Contaminante	3. Chatarra	7. Otro _____	4. Material de desperdicio			
1. No se necesita	5. Uso desconocido											
2. Defectuoso	6. Contaminante											
3. Chatarra	7. Otro _____											
4. Material de desperdicio												
Consideraciones especiales en caso de almacenaje:												
Área con ventilación	<input type="checkbox"/> Altura máxima _____	<input type="checkbox"/>										
Frágil	<input type="checkbox"/> Nosivo	<input type="checkbox"/>										
SUGERENCIA DE ELIMINACIÓN	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. Tirar</td> <td style="width: 50%;">6. Trasferir</td> </tr> <tr> <td>2. Vender</td> <td>7. Regalar</td> </tr> <tr> <td colspan="2">3. Reutilizar</td> </tr> <tr> <td colspan="2">4. Almacenar en área de T.R.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5. Donar</td> </tr> </table>		1. Tirar	6. Trasferir	2. Vender	7. Regalar	3. Reutilizar		4. Almacenar en área de T.R.		5. Donar	
1. Tirar	6. Trasferir											
2. Vender	7. Regalar											
3. Reutilizar												
4. Almacenar en área de T.R.												
5. Donar												
Elaborado por:	Firma autorizada(s)											

Ilustración 20: Formato Individual - Ficha de clasificación de Elementos
Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Tarjeta para identificación de innecesarios

A partir de la realización de la ficha de clasificación de elementos, formato individual, se procede a la elaboración de la tarjeta resumen de los elementos innecesarios que servirá de identificación visual al momento de la clasificación para la eliminación de los elementos, tomando en cuenta que se colocarán los mismos datos pero de una manera simplificada. A continuación se detalla la información de la tarjeta resumen.

Color: Rojo.

Se realizarán tarjetas con colores intensos como el rojo en papel fosforescente si es posible, para facilitar su identificación a distancia. El color intenso sirve como mecanismo de control visual para informar que sigue presente el problema “denunciado”.

Contenido de la tarjeta:

- **Ficha N°:** Se colocará el número de ficha que se encuentra en el formato individual de la ficha de clasificación de elementos.
- **Nombre del Artículo:** Se colocará el nombre del material, artículo o elemento innecesario para identificarlo.
- **Fecha:** Se deberá colocar la fecha que se encuentra inscrita en el formato individual de la ficha de clasificación de elementos.
- **Cantidad:** Se colocará el número de artículos que esté registrado en el formato individual de la ficha de clasificación de elementos.

Ejemplo:

FICHA N°	001
NOMBRE DEL ARTÍCULO:	Máquina Cuadradora CHATARRA
FECHA:	01/01/2015
CANTIDAD:	1

Ilustración 21: Tarjeta de Innecesarios

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Plan de acción para retirar los elementos innecesarios

Durante la jornada planeada para la actividad se logrará eliminar una gran cantidad de elementos innecesarios. Sin embargo, quedarán varias herramientas, materiales, equipos, etc. que no se podrán retirar por problemas técnicos o por no tener una decisión clara sobre qué hacer con ellos.

Para estos materiales se debe preparar un plan para eliminarlos gradualmente, y desarrollar las acciones que permitan retirarlos. El plan debe contener los siguientes puntos:

- Mantener el elemento en igual sitio.
- Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la planta.
- Almacenar el elemento fuera del área de trabajo.
- Eliminar el elemento.

El plan debe indicar los métodos para eliminar los elementos: desecharlo, venderlo, devolverlo al proveedor, destruirlo o utilizarlo, etc.

Control e informe final

Es necesario preparar un informe donde se registre y se informe el avance de las acciones planificadas, como las que se han implantado y los beneficios aportados. El jefe del área debe preparar este documento y publicarlo en el tablón informativo sobre el avance del proceso 5S.

4.2.3. Fase 2. Ordenar (Seiton)

Una vez seleccionado en la anterior S, lo que es necesario en la organización, en esta segunda fase se deberá decidir su ubicación e identificación, siendo la regla “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”, los elementos considerados como necesarios deberán estar disponibles y próximos al lugar de uso, será necesario considerar su frecuencia de uso, las personas que los utilizan, ergonomía, forma y peso de los materiales para considerar los criterios de utilización.

Para mayor facilidad se aplicará un nombre para cada cosa y cada cosa con su nombre, por lo que todo deberá estar claramente identificado, equipos, maquinaria, materiales, herramientas, documentos, la identificación debe ser clara y evidente por medio de tarjetas, carteles, señales y etiquetas.

Se deberá definir en equipo los métodos de ubicación e identificación de todos los elementos con el fin de encontrarlos con la mayor facilidad, es decir, se debe identificar tanto el elemento para saber lo que es, como el área en el que se encuentra para saber dónde está o para saber dónde dejarlo.

Una vez seleccionados los objetos necesarios se puede ubicar por frecuencia de uso

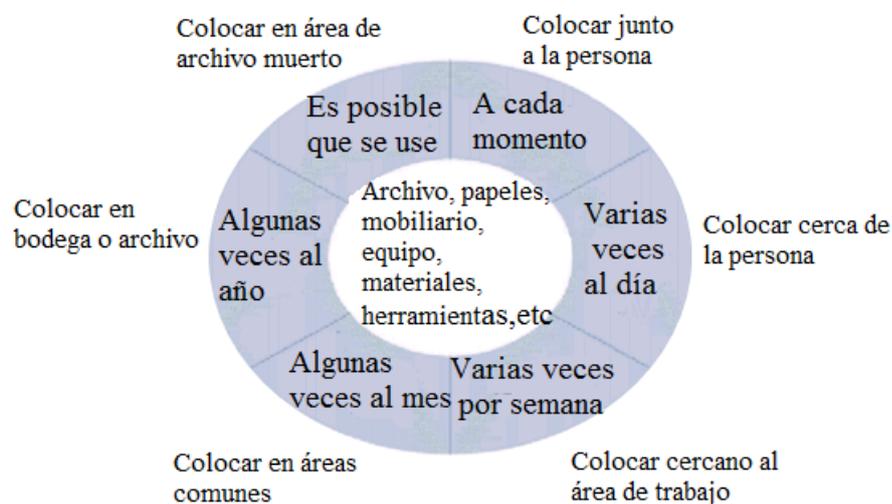


Ilustración 22: *Círculo de frecuencia de uso de elementos*

Fuente: *Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.*

Controles Visuales

Los controles visuales servirán para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:

- Sitio y áreas donde se encuentran los elementos.
- Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo.
- Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.

- Dónde ubicar el material en proceso, producto final y si existe, productos defectuosos.
- Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
- Conexiones eléctricas.
- Dónde ubicar la calculadora, carpetas bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.

Tarjeta para identificación de necesarios.

Color: Verde

Para identificar claramente los elementos, materiales o artículos necesarios que se encuentran a nuestro alrededor se utilizará tarjetas de color verde intenso, ya que facilitará su visualización.

Contenido de tarjeta:

Descripción del elemento: Dentro de la tarjeta verde deberá ir el nombre del elemento, material o artículo a señalar, de igual manera el lugar o sitio de los elementos.

Ejemplo:



Ilustración 23: Tarjeta de Elementos Necesarios

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Identificación para listado de documentos:

Para facilitar la búsqueda de carpetas de proveedores, empleados o clientes, se ha elaborado un Identificador para el listado de documentos, el cual consta de códigos que ayudará a encontrar con mayor rapidez y optimización de tiempo, ya un código

predeterminado señalará a los proveedores, empleados o clientes que empiecen con la letra señalada, dependiendo de la codificación.

Se podrá observar que las cuatro primeras letras del abecedario constan con un código al igual que las cuatro siguientes, así sucesivamente, hasta llegar a las seis últimas letras que del mismo modo constan con un código que las representa.

- Documentos Proveedores de Madera

CÓDIGO	LETRAS
A.1.	A-B-C-D
A.2.	E-F-G-H
A.3.	I-J-K-L
A.4.	M-N-O-P
A.5.	Q-R-S-T
A.6.	U-V-W-X-Y-Z

Tabla 13: Tarjeta codificada para Proveedores de Madera

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

- Documentos Proveedores de Materiales

CÓDIGO	LETRAS
B.1.	A-B-C-D
B.2.	E-F-G-H
B.3.	I-J-K-L
B.4.	M-N-O-P
B.5.	Q-R-S-T
B.6.	U-V-W-X-Y-Z

Tabla 14: Tarjeta codificada para Proveedores de Materiales

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

- Documentos Personal

CÓDIGO	LETRAS
C.1.	A-B-C-D
C.2.	E-F-G-H
C.3.	I-J-K-L
C.4.	M-N-O-P
C.5.	Q-R-S-T
C.6.	U-V-W-X-Y-Z

Tabla 15: Tarjeta codificada para Personal

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Proceso de gestión documental

Para mayor organización y facilidad dentro del área administrativa, con los documentos, oficios, facturas, comprobantes de retención, etc., se propondrá un proceso de gestión documental basada en colores, los cuales indiquen el estado de proceso en el que se encuentra cada trámite. Estos son:

- **Amarillo:** Entrada o ingreso de documentos.
- **Azul:** Documentos pendientes de completar
- **Rojo:** Documentos pendientes de procesar
- **Verde:** Documentos pendientes de archivar

Estos colores ayudarán a que el personal del área tenga presente el estado de proceso de cada documento y por lo tanto que no haya ningún retraso, olvido ni ningún tipo de inconveniente en el día a día.

4.2.4. Fase 3. Limpiar (seiso)

La suciedad en el puesto de trabajo disminuye la motivación, complica los procesos operativos del trabajo, aumenta los riesgos y puede ser un obstáculo para asegurar la calidad del producto.

“No es más limpio quien más limpia, si no quien menos ensucia”

Es así que el objetivo de esta tercera S es mantener limpio el puesto de trabajo basándose sobre todo en la eliminación de la fuente de suciedad, rupturas, derrames, fugas, zonas de acumulación de materiales y documentos.

La limpieza no se debe considerar como tarea de otros, si no como una actividad más de todas las personas del área sin importar el cargo que la persona tenga, por lo tanto en esta fase se deberá reconocer las fuentes de suciedad, los lugares difíciles de limpiar y los materiales defectuosos para posteriormente identificar la causa u origen y establecer cómo y cuándo eliminarlos, para aplicar medidas preventivas, de tal modo no vuelvan aparecer.

Implantación del Seiso o Limpieza

El Seiso debe implantarse siguiendo una serie de pasos que ayuden a crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones. El proceso de implantación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

- **Paso 1. Campaña o jornada de limpieza**

Es importante que la empresa realice una campaña de orden y limpieza como un primer paso para implantar las 5S. En esta jornada se eliminan los elementos innecesarios y se limpia el equipo, pisos, maquinaria, etc.

Esta clase de limpieza no se puede considerar un Seiso totalmente desarrollado, ya que se trata de un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones Seiso deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial. Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de las 5S.

Esta jornada o campaña crea la motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza y progresar a etapas superiores Seiso.

- **Paso 2. Planificar el mantenimiento de la limpieza**

El encargado del área debe asignar un contenido de trabajo de limpieza en la planta. Es necesario asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en una ficha de limpieza en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

- **Paso 3. Preparar el manual de limpieza**

Es muy útil la elaboración de un manual de entrenamiento para limpieza. Este manual debe incluir además del gráfico de asignación de áreas, la forma de utilizar los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; como también, la frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor. Las actividades de limpieza deben incluir la Inspección antes del comienzo de turnos, las actividades de limpieza que tienen lugar durante el trabajo, y las que se hacen al final del turno. Es importante establecer tiempos para estas actividades de modo que lleguen a formar parte natural del trabajo diario. Es importante para la empresa para que siga avanzado significativamente en el desarrollo del pilar "mantenimiento autónomo" encontrar que estos estándares han sido preparados por los operarios, debido a que han recibido un entrenamiento especial sobre esta habilidad.

El manual de limpieza debe incluir:

- Propósitos de la limpieza.
- Fotografía o gráfico del equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del taller.
- Mapa de seguridad del equipo indicando los puntos de riesgo que nos podemos encontrar durante el proceso de limpieza.
- Fotografía del equipo humano que interviene en el cuidado de la sección.
- Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- Diagrama de flujo a seguir.

Estándares para procedimientos de limpieza. Conocer el procedimiento de limpieza para emplear eficientemente el tiempo. El estándar puede contener fotografías que sirvan de referencia sobre el estado en que debe quedar el equipo.

- **Paso 4. Preparar elementos para la limpieza**

En este paso se aplica la segunda fase Orden (seiton) a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

- **Paso 5. Implantación de la limpieza**

Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinaria, ventanas, etc., Es necesario remover capas de grasa y mugre depositadas sobre las guardas de los equipos, elementos, rescatar los colores de la pintura o del equipo oculta por el polvo.

Esto implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, limaduras de corte, pintura y otras materias de todas las superficies. No hay que olvidar las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior.

Debemos insistir que la limpieza es un evento importante para aprender del equipo e identificar a través de la inspección las posibles mejoras que requiere el equipo. La información debe guardarse en fichas o listas para su posterior análisis y planificación de las acciones correctivas.

Para la limpieza de cada área dentro de la empresa se propone realizar una ficha individual, es decir, un procedimiento de limpieza para el área productiva, otro para el área administrativa y para la bodega, tomando en cuenta que estos lugares tienen diferente ritmo de actividades y trabajo, por ende variabilidad en el tema de suciedad. Dentro de estas fichas indicará qué personas deben realizar la limpieza, con qué periodicidad, el tiempo que se deben tomar para realizar la actividad, en qué casos se debe realizar la limpieza y por último los elementos que se deben utilizar para realizarlo.

Tomando en cuenta que este procedimiento se llevará a cabo con la ayuda y colaboración de todos los integrantes de la empresa.

Elaboración de ficha de limpieza para el Área Administrativa

		EMPRESA INDUPALETS FORMATO ÁREA ADMINISTRATIVA FICHA DE LIMPIEZA					
FICHA N°: PERIODICIDAD: Diaria/ Semanal/ Quincenal/ Mensual. CASOS ESPECIALES DE LIMPIEZA: Derrame de químicos o sustancias tóxicas, etc.							
FECHA	PERSONA ENCARGADA	TIEMPO DE ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE LIMPIEZA	TAREAS REALIZADAS			FIRMA
				Recolección de basura	Verificación de insumos	Limpieza general	
Observaciones:							

Ilustración 24: Formato para Área Administrativa - Ficha de Limpieza
Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Elaboración de formato de limpieza para el Área de Producción

		EMPRESA INDUPALETS FORMATO ÁREA DE PRODUCCIÓN FICHA DE LIMPIEZA					
FICHA N°: PERIODICIDAD: Diaria/ Semanal/ Quincenal/ Mensual. CASOS ESPECIALES DE LIMPIEZA: Derrame de químicos o sustancias tóxicas, etc.							
FECHA	PERSONA ENCARGADA	TIEMPO DE ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE LIMPIEZA	TAREAS REALIZADAS			FIRMA
				Recolección de basura	Verificación de insumos	Limpieza general	
Observaciones:							

Ilustración 25: Formato Área de Producción - Ficha de Limpieza
Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Elaboración de ficha de limpieza para la Bodega

		EMPRESA INDUPALETS FORMATO BODEGA FICHA DE LIMPIEZA					
FICHA N°: PERIODICIDAD: Diaria/ Semanal/ Quincenal/ Mensual. CASOS ESPECIALES DE LIMPIEZA: Derrame de químicos o sustancias tóxicas, etc.							
FECHA	PERSONA ENCARGADA	TIEMPO DE ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE LIMPIEZA	TAREAS REALIZADAS			FIRMA
				Recolección de basura	Verificación de insumos	Limpieza general	
Observaciones:							

Ilustración 26: Formato Bodega - Ficha de Limpieza

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Proceso de limpieza en el Área de Producción.

Para que se puedan optimizar movimientos de limpieza y a su vez minimizar tiempos en realizar la recolección de basura dentro del área de producción se sugiere colocar basureros o tachos grandes para los desperdicios y materiales dañados tales como clavos, cartones, fundas de químico, etc.), muy cerca de cada puesto o en áreas específicas, ya que más importante que limpiar es tratar de no ensuciar, de tal manera se ahorrará mucho tiempo en la limpieza y asepsia de la empresa.

Además se sugiere realizar recipientes grandes de material fuerte como el eucalipto para que se coloquen junto a la maquinaria donde se genera viruta y aserrín, con el fin de acumular la mayor cantidad de desperdicio y posteriormente transportarlo con el montacargas al lugar de desechos, esto evitará la interrupción continua por parte del obrero para despejar el área y se retirará solamente cuando es necesario.

4.2.5. Fase 4. Control visual / Estandarización (Seiketsu)

En esta fase se tratará de implementar mecanismos con los cuales identificar las anomalías y distinguir las situaciones normales de las irregulares, es decir, señalar todos los elementos, materiales y maquinaria, especialmente aquellos que tienen flujo de entrada y salida, como la materia prima, herramientas, etc.

Para la señalización puede ser por medio de señales visuales, indicadores o medidores, colores y tarjetas, marcas de situación, lo importante es que evitemos estas situaciones irregulares y se salgan de control.

Esta señalización debe verse fácilmente a la distancia, debe ser evidente para cualquier persona y preferentemente sobre el elemento que se va a controlar.

Elaboración de formatos para mantenimiento de maquinaria

Fichas para cambios de aceite del montacargas

Se propone elaborar esta ficha de cambio de aceite para el montacargas con el fin de determinar responsabilidades y facilitar al personal con la información que contiene la ficha para que el vehículo se encuentre en óptimas condiciones y no hayan tiempos desperdiciados en el caso de que este llega a dañarse o descomponerse por irresponsabilidad del personal.



EMPRESA INDUPALETS
FORMATO PARA MONTACARGAS
FICHA CAMBIO DE ACEITE

FICHA N°

FECHA	PERSONA ENCARGADA	TIPO/ ACEITE	NOMBRE/ ACEITE	CANTIDAD	FIRMA

Observaciones: _____

Ilustración 27: Formato Montacargas - Ficha cambio de aceite

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Fichas de mantenimiento de maquinaria.

De igual manera como la ficha de cambio de aceite anterior, esta ficha cumple la misma función de recordatorio para que el personal realice oportunamente el engrasado de la maquinaria para que no haya futuras complicaciones con el funcionamiento diario, ni retrasos innecesarios.



EMPRESA INDUPALETS
FORMATO PARA MAQUINARIA
FICHA DE ENGRASADO

FICHA N°

FECHA	NOMBRE DE LA MAQUINARIA	PERSONA ENCARGADA	TIPO/ ACEITE	NOMBRE/ ACEITE	CANTIDAD	FIRMA

Observaciones: _____

Ilustración 28: Formato Maquinaria - Ficha de engrasado

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Procesos para optimización de actividades.

Para todas las áreas dentro de la empresa especialmente para el área de producción se sugiere realizar letreros visibles para indicar el estado y cantidades mínimas necesarias de los materiales, insumos y elementos con el fin de advertir a la persona encargada que se tiene que reponer el producto lo antes posible. Como por ejemplo:



Ilustración 29: Tarjeta para optimización de actividades N° 1

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

De igual manera se sugiere realizar tarjetas que señalen el rango de grados centígrados para el correcto funcionamiento de la cámara de sanetizado, es decir, que se encuentre en condiciones óptimas de trabajo, en la cual se colocan los pallets y llegado a un grado centígrado determinado se debe mantener por 30 minutos para que el proceso esté correctamente realizado y no exista ningún tipo de contaminante en el producto final. Se deberá colocar encima de los aparatos de control de la cámara. Como por ejemplo:



Ilustración 30: Tarjeta para optimización de actividades N° 2

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Se propone alertar por medio de una marca (línea o franja) la cual determine a la cantidad mínima de material al que se debe llegar para tomar acciones y abastecerse nuevamente de material con anticipación. Estos materiales son el cloro, químico o insumos como tornillos, tuercas, etc.,

4.2.6. Fase 5. Disciplina (shitsuke)

Esta última fase es probablemente la más importante ya que permite mantener todos los logros obtenidos en las cuatro S anteriores, su objetivo es afianzar los nuevos hábitos de trabajo y actuar con disciplina para evitar retroceder y volver a lo anterior.

Como herramienta principal de esta fase es la auditoria 5S, es un examen periódico con lo que se comprueba el cumplimiento de lo implantado.

Una vez analizado y detectadas las desviaciones, servirá para analizar sus causas, proponer y ejecutar las acciones correctoras y preventivas para que no vuelva a suceder.

Implementación de la disciplina

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, Orden, limpieza y estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

- **Visión compartida**

Para que esta fase y toda esta metodología dé resultados es necesario que la dirección de la empresa, la necesidad de líder este direccionando hacia el logro de metas comunes de prosperidad de las personas, clientes y organización. Sin esta identidad en objetivos será imposible de lograr crear el espacio de entrega y respeto a los estándares y buenas prácticas de trabajo.

- **Formación**

Es necesario educar e introducir mediante el entrenamiento de "aprender haciendo" cada una de las 5S. No se trata de construir "carteles" con frases, eslóganes y caricaturas divertidas como medio para sensibilizar al trabajador. Estas técnicas de marketing interno servirán puntualmente pero se agotan rápidamente. Puede ser que tal vez sea necesario eliminar a través de acciones Seiri, los "carteles y anuncios" ya que debido a la costumbre sea innecesario y no se quiere perder el propósito.

En la empresa se deberá enseñar con el ejemplo ya que esa es la mejor manera de aprendizaje hacia una nueva cultura y hábitos buenos en el trabajo.

Procedimientos a elaborar para mejoramiento.

Elaboración del formato de lista de chequeo o check list.

Por medio de la elaboración del check list a todo el personal que labora dentro de la empresa, se analizará la evolución de los indicadores establecidos que nos permitirán priorizar las mejoras, y se realizará con el fin de verificar si va aumentando el grado de implantación de todas estas fases.

Una vez iniciado el proceso o esta metodología no se puede dejar, ya que la estructura mental de todo el personal cambia y te exige, y sobre todo da más tranquilidad en realizar las actividades diarias.

Las auditorias es el elemento que al final va a permitir que no decaiga la intensidad con el tiempo y que el personal no cese sus actividades adoptadas, y se recomienda que se lo realice un día por semana para que con el pasar del tiempo se vaya realizando ya una vez por mes, siempre que los trabajadores vayan acogándose a la nueva metodología.



EMPRESA INDUPALETS CHECK LIST / LISTA DE CHEQUEO

NOMBRE:
ÁREA:

FECHA:

CALIFICACION: 0= NO CUMPLE 1=CUMPLE DE FORMA REGULAR 2= CUMPLE MUY BIEN
NOTA: TODA NO CONFORMIDAD DEBE ANOTARSE EN LA PARTE DE OBSERVACIONES CON RESPONSABLE(S) Y FECHA COMPROMISO

1S SEPARA (SERU) OBJETIVO: IDENTIFICAR LO NECESARIO Y LO INNECESARIO, seleccionando lo primero y eliminando lo segundo					
Item	ASPECTO	SE DEBE VERIFICAR:	0	1	2
1	SEPARAR LO QUE SIRVE DE LO QUE NO SIRVE	* QUE NO EXISTAN ELEMENTOS ROTOS, DETERIORADOS, OBSOLETOS			
2	SEPARAR LO NECESARIO DE LO INNECESARIO ELIMINAR LO INNECESARIO	* QUE NO EXISTAN ELEMENTOS INNECESARIOS O SIN FUNCION, SOLO LO ESTRICTAMENTE NECESARIO			
3	SEGURIDAD EN EL AREA	* QUE NO EXISTAN CONDICIONES INSEGURAS EN EL AREA (PISOS MOJADOS, FILOS CORTANTES, OBJETOS QUE PUEDAN CAER, GOLPEAR O TROPEZAR.			
4		* ESTAN CLARAMENTE VISIBLES SALIDAS DE EMERGENCIA, RUTAS DE EVACUACION, EXTINGUIDORES Y PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA			
5	APROVECHAMIENTO DE RECURSOS	* A PROVECHAMIENTO DE ESPACIOS, DISMINUCION DE INVENTARIOS, REDUCCION EN TIEMPOS DE BUSQUEDA			
6	OBJETOS PERSONALES O DECORATIVOS EN NUMERO REDUCIDO	* QUE NO DIFICULTE EL ORDEN Y LA LIMPIEZA, QUE NO INTERFIERAN EN EL BUEN DESEMPEÑO DEL TRABAJO, DAR PRIORIDAD A: INFORMACION INSTITUCIONAL, OBJETOS ARTISTICOS RELACIONADOS CON LOS PRODUCTOS QUE SE ELABORAN			
PUNTOS POSIBLES 12			PUNTOS GANADOS		

2S ORDEN (SEITON) OBJETIVO: DEFINIR UN LUGAR PARA CADA ARTICULO NECESARIO MANTENIENDOLO EN SU LUGAR PARA FACILITAR SU LOCALIZACION					
Item	ASPECTO	SE DEBE VERIFICAR:	0	1	2
1	ASIGNACION DE UN LUGAR PARA CADA COSA	ASIGNAR UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR			
2	ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA AUTOEXPLICATIVO PRACTICO, FUNCIONAL, QUE FACILITE LAS ACTIVIDADES EN EL AREA	* QUE AL DETERMINAR EL LUGAR PARA CADA ARTICULO, SE TOMA EN CUENTA FACILIDAD PARA TOMAR Y DEVOLVER EL MATERIAL AL LUGAR DE ORIGEN, FACILIDAD DE LOCALIZACION POR CUALQUIER PERSONA.			
3		* LA MEJOR DISTRIBUCION DE MUEBLES, EQUIPOS, MAQUINARIA E IMPLEMENTOS CON EL OBJETIVO MAXIMIZAR LA ECONOMIA DE MOVIMIENTOS (ES VALIDO REDISEÑAR EL AREA)			
4	CONTROL VISUAL	* EMPLEO VISUAL ADECUADO PARA LA SEÑALIZACIÓN DE ELEMENTOS, MATERIALES, INSUMOS Y ÁREAS			
5		* SE PUEDE IDENTIFICAR DE UN VISTAZO LAS AREAS, DOCUMENTOS, CARPETAS, ETC.?			
PUNTOS POSIBLES 10			PUNTOS GANADOS		

3S LIMPIEZA (SEISO) OBJETIVO: MANTENER ASEADA Y EN OPTIMAS CONDICIONES EL AREA DE TRABAJO					
Item	ASPECTO	SE DEBE VERIFICAR:	0	1	2
1	LIMPIEZA DEL AREA, EQUIPOS O HERRAMIENTA	* LA LIMPIEZA, EN AREAS INDIVIDUALES Y COMUNES, INCLUYE MAQUINAS, CONTENEDORES, AYUDAS VISUALES, TABLEROS, ETC.			
2	CONSERVACION Y MANTENIMIENTO	* EL PROCESO DE LIMPIEZA DEBE APROVECHARSE PARA INSPECCIONAR FALLAS, DEFECTOS CON LA FINALIDAD DE CORREGIR LAS ANORMALIDADES O PROGRAMAR SU MANTENIMIENTO			
3		* QUE ESTEN EN BUEN ESTADO, LAS INSTALACIONES MOBILIARIO Y EQUIPO			
PUNTOS POSIBLES 6			PUNTOS GANADOS		

4S CONTROL VISUAL (SEKETSU) OBJETIVO: DEFINIR EL MODELO A SEGUIR, UN LUGAR DE TRABAJO EN PERFECTAS CONDICIONES					
Item	ASPECTO	SE DEBE VERIFICAR:	0	1	2
1	DIFUSIÓN	* QUE LOS ESTÁNDARES ESTABLECIDOS SEAN DEL CONOCIMIENTO DEL PERSONAL DE OFICINA			
2	UNIFICAR	* ELABORACIÓN DE LAS 5's			
PUNTOS POSIBLES 4			PUNTOS GANADOS		

5S DISCIPLINA (SHITSUKE) OBJETIVO: SEGUIMIENTO CON AUDITORÍAS Y TENER EL HÁBITO DE ORDEN Y LIMPIEZA PARA QUE NUNCA SE PIERDA					
Item	ASPECTO	SE DEBE VERIFICAR:	0	1	2
1	RESPONSABILIDAD	* QUE CADA UNO CONOZCA EXACTAMENTE CUALES SON SUS RESPONSABILIDADES REFERENTE A 5s SOBRE LO QUE TIENE QUE HACER: CUANDO, DONDE Y CÓMO HACERLO			
2	DIFUSIÓN	¿LA GENTE CONOCE LA CALIFICACIÓN DE SU ÁREA Y LA CAUSA DE NO CONFORMIDADES ?			
3	SEGUIMIENTO	* ¿SE CUMPLEN LAS ACCIONES DE LAS 5s ?			
PUNTOS POSIBLES 6			PUNTOS GANADOS		

LISTA DE CHEQUEO DE COMPRENSIÓN			
Descripción CONOCIMIENTOS GENERALES DE 5 "S"	0	1	2
Define las 5 S			
Qué es la estrategia de tarjetas rojas			
Qué es la estrategia del control visual			
Cuales son sus beneficios?			
PUNTOS POSIBLES 8	PUNTOS GANADOS		
CALIFICACION OBTENIDA:			
1S SELECCIONAR			
2S ORDENAR			
3S LIMPIAR			
4S ESTANDARIZAR			
5S DISCIPLINA			
COMPRENSIÓN DE FILOSOFÍA			
TOTAL DE PUNTOS GANADOS			
TOTAL DE PUNTOS POSIBLES			
CALIFICACION =(TOTAL DE PUNTOS /TOTAL DE PUNTOS POSIBLES) * 100			

Ilustración 31: Formato Check List / Lista de Chequeo

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

Elaboración de Panel 5S

Realizar un panel de 5S, el cual mostrará de cada fase el antes y el después que deberá ser colocado en un lugar visible para todo el personal con el fin de motivarlos y no volver a recaer, ni cometer los mismo errores.

Esto además permitirá ir viendo la mejora de la empresa, y su evolución ante el cambio de metodología y porque no de ideología

Tiempo para aplicar las 5S

El trabajador requiere de un período para practicar las 5S. Es frecuente que no se le asigne el tiempo por las presiones de producción y se dejen de realizar las acciones. Este tipo de comportamientos hacen perder credibilidad y los trabajadores creen que no es un programa serio y que falta el compromiso de la dirección. Es necesita tener el apoyo de la dirección para sus esfuerzos en lo que se refiere a recursos, tiempo, apoyo y reconocimiento de logros.

El papel de la Dirección

Para crear las condiciones que promueven o favorecen la Implantación del Shitsuke la dirección tiene las siguientes responsabilidades:

- Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5S y mantenimiento autónomo.
- Crear un equipo promotor o líder para la implantación en toda la planta.
- Asignar el tiempo para la práctica de las 5S y mantenimiento autónomo.
- Suministrar los recursos para la implantación de las 5S.
- Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.
- Participar en las auditorías de progresos semestrales o anuales.
- Aplicar las 5S en su trabajo.
- Enseñar con el ejemplo para evitar el cinismo.

- Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5S.

El papel de trabajadores

- Continuar aprendiendo más sobre la implantación de las 5S.
- Asumir con entusiasmo la implantación de las 5S.
- Colaborar en su difusión del conocimiento empleando las lecciones de un punto.
- Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
- Realizar las auditorías de rutina establecidas.
- Pedir al jefe del área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5S.
- Participar en la formulación de planes de mejora continua para eliminar problemas y
- defectos del equipo y áreas de trabajo.
- Participar activamente en la promoción de las 5S.

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

Para que la herramienta de Lean Manufacturing 5S, se pueda aplicar de una mejora manera y que resulte productiva, es necesario realizar un flujograma de procesos el cual indique paso a paso la elaboración del producto que realiza la empresa y a su vez identificar los elementos que se aplican para su producción, una vez realizado esto, se deberán tomar tiempos cronometrados, es decir realizar un estudios de tiempos con el fin de conocer el tiempo estándar que lleva realizar un pallet, a través de la implementación de fórmulas, en el cual se tomará en cuenta los diversos suplementos que harán que varíen los tiempos y por último se elaborará un control de tiempos y movimientos en el cual podremos observar el lapso que se toma en cada actividad del proceso de producción y cuál es la actividad que retrasa la producción, es decir el cuello de botella, para que a través de este reconocimiento de actividades, procesos y dificultades que conlleva la producción se pueda tener una idea más clara para la aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing 5S se más útil y tenga mayor eficiencia, siendo de ayuda tanto para la gerencia como para el personal en general.

4.3.1. Elementos para la elaboración del pallet europeo

Para el proceso de elaboración del pallet europeo se requiere diversos tipos de elementos, los cuales acoplándolos y siguiendo una serie de procesos estandarizados, nos dan como producto final, este tipo específico de pallet. A continuación se especifican los elementos necesarios para la elaboración del pallet europeo.

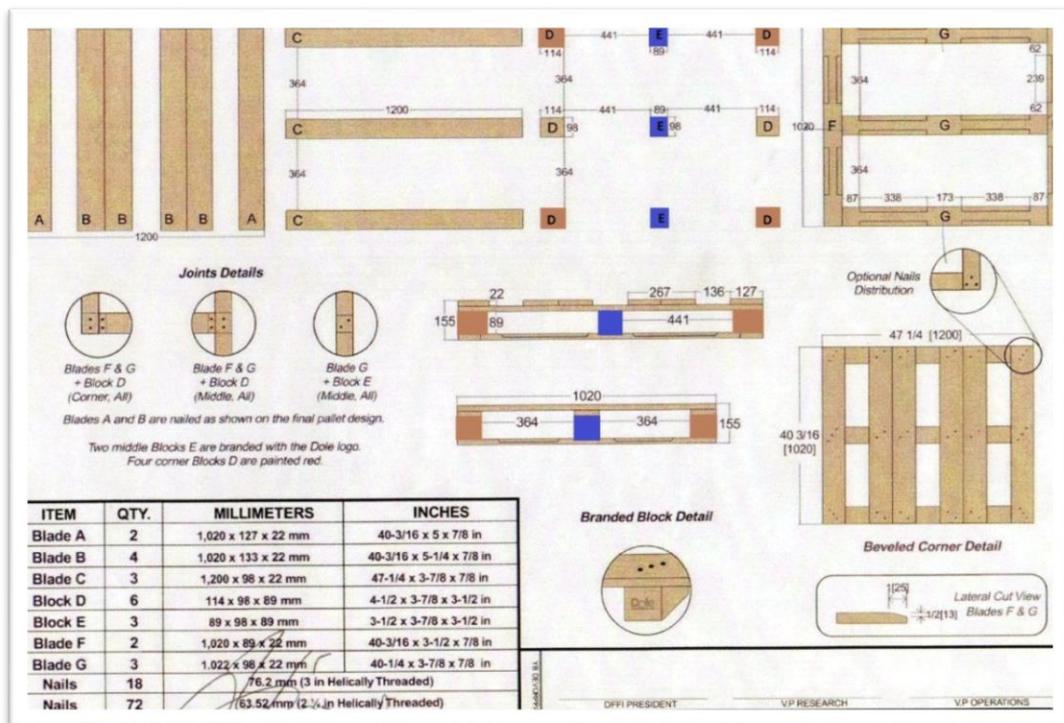


Ilustración 32: Pallet Europeo

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

- **Madera**

MADERA	CANTIDAD	TIPO	MEDIDAS
Pino	6 tablas	Llana	0,13 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1,02 cm de largo
Pino	3 tablas	Llana	0,10 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1,22 cm de largo
Pino	5 tablas	Biselada	2 tablas de 0,09 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1,02 cm de largo y 3 tablas de 0,09 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1,04 cm
Pino	1 taco	Llana	3 tacos de 0,09 cm de ancho x 0,09 cm de espesor x 0,09 cm de largo
Pino		Llana	6 tacos de 0,12 cm de ancho x 0,09 cm de espesor x 0,09 cm de largo

Tabla 16: Madera

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

- **Materiales**

ELEMENTOS	CARACTERISTICAS	CANTIDAD
Clavo helicoidal	3"	30 unidades
	2 ¼"	54 unidades
Químico	Boro - R	14 gramos
Pintura	Color azul	1 litro
Pistola para	Pintura	1 unidad
	Clavo neumática	2 unidades

Tabla 17: Materiales

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

- **Maquinaria**

ELEMENTOS	CANTIDAD
Montacargas a motor	1
Montacargas manual	1
Trozadora de tabla	1
Trozadora de taco	1
Biseladora	1
Machimbre	1
Latilladora	1
Tanque de químico	1
Compresor	1

Tabla 18: Maquinaria

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

4.3.2. Descripción del proceso de elaboración del pallet europeo

4.3.2.1.Preparación de tablas

- 1) La materia prima llega a la planta en camiones o plataformas, la cual es descargada con el montacargas.
 - a. Cuando la madera se encuentra en camiones, se tarda más para ser descargado, ya que el montacargas no puede alcanzar las pacas dentro del camión, es por eso, la necesidad de apilarlos en pacas, tabla a tabla, en el borde del transporte, para mayor facilidad.
 - b. Al momento de descargar la madera de la plataforma, se facilita el traslado con el montacargas, ya que esta no tiene la necesidad de apilarlos una por una.
- 2) La persona encargada, procede a llenar el documento “ingreso de madera” con los datos respectivos de la madera que acaban de llegar.
- 3) Según la necesidad de madera, el encargado traslada el material con el montacargas al área de preparación.
- 4) Las tablas necesarias son trasladadas por pacas a la máquina trozadora, para que sean cortadas correctamente a la medida solicitada según la orden de pedido emitida por nuestros clientes, en este proceso se toman cuatro tablas para trozarlas por cada intento y se procede a dejarlas en pacas, estas son trasladadas con ayuda del montacargas hasta el próximo proceso para la elaboración del pallet.
- 5) Las tablas pasan al machimbre, en este proceso se requiere que las tablas sean cepilladas y machimbradas, es decir, que los bordes o filos de las tablas también sean cepillados, esto se requiere para poder ofrecer un producto de calidad.
- 6) Para la elaboración de pallet se requiere que 5 tablas de 0,09 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1,02 cm de largo sean biseladas, es por eso que el encargado del montacargas traslada la paca a esta máquina, en la cual los filos de las tablas deben ser biseladas de acuerdo a la necesidad del cliente.
- 7) Las tablas necesarias para la elaboración del pallet son trasladadas en pacas por la persona encargada con el montacargas hacia el tanque de químico, ya que es necesario para que la madera sea curada, es decir, eliminar todo tipo de hongo o bacteria que pueda afectar a la madera.

- a.** Se debe dejar la paca fuera del químico para que gotee, ya que es necesario que la madera escurra el exceso de químico.
- 8)** Después de realizar todo el proceso anteriormente mencionado, la madera es trasladada al área de ensamblaje.

4.3.2.2. Flujograma de la preparación de tablas

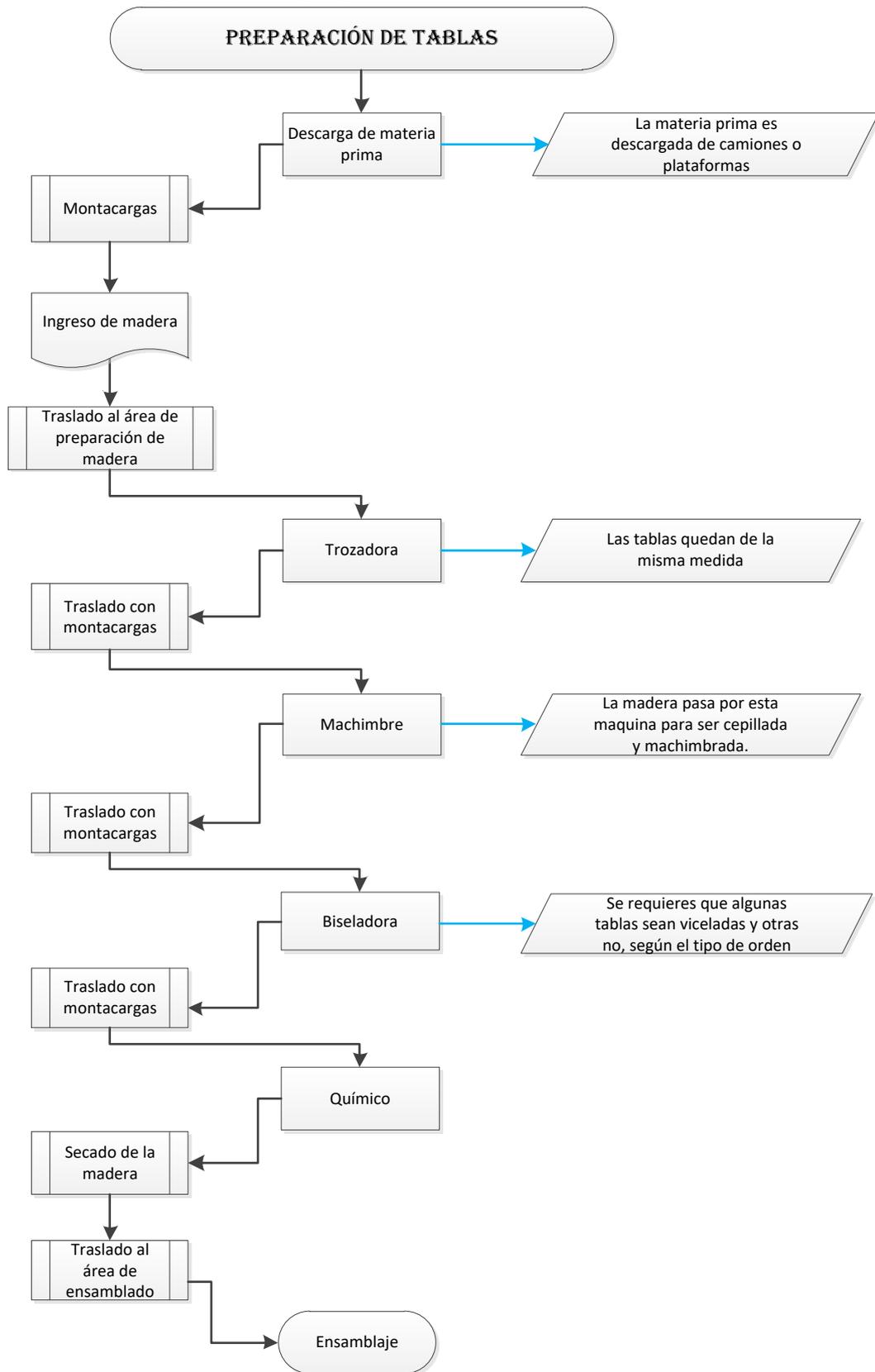


Ilustración 33: Flujograma Preparación de Tablas

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

4.3.2.3. PREPARACIÓN DEL TACO

- 1) Una vez que la madera llega a la planta, ésta es descargada del transporte, posteriormente se realiza el respectivo documento “ingreso de madera” en el cual se registra el taco que llegó a la planta.
- 2) El taco es trasladado con ayuda del montacargas hacia la máquina latilladora, en la cual se latilla los cuatro lados del taco para que queden uniforme.
- 3) La paca es trasladado directamente a la trozadora de taco por medio del montacargas, en el cual se requiere trozar en dos tipos de medidas, en pedazos pequeños de 0,09 cm ancho x 0,09 cm de espesor x 0,09 cm de largo y en pedazos más grandes de 0,12 cm de ancho x 0,09 cm de espesor x 0,09 cm de largo, estos son los primeros en ser preparados en la trozadora de taco.
- 4) Los pedazos tanto grandes como pequeños son trasladados al tanque del químico para que no exista ningún tipo de hongo o bacteria que pueda dañar al taco.
 - a. Los tacos son trasladados directamente al área de ensamblaje con la ayuda de una carretilla.
- 5) Los trozos de taco son trasladados con una carretilla por un trabajador hacia el área de ensamblado.
 - a. Se requiere que 2 tacos pequeños y 2 tacos grandes sean pintados para el ensamblado del pallet, es por eso que los tacos son colocados en forma ordenada sobre el pavimento para que posteriormente con el uso de una pistola de pintura, estos sean pintados.

4.3.2.4. Flujograma de la preparación de tacos

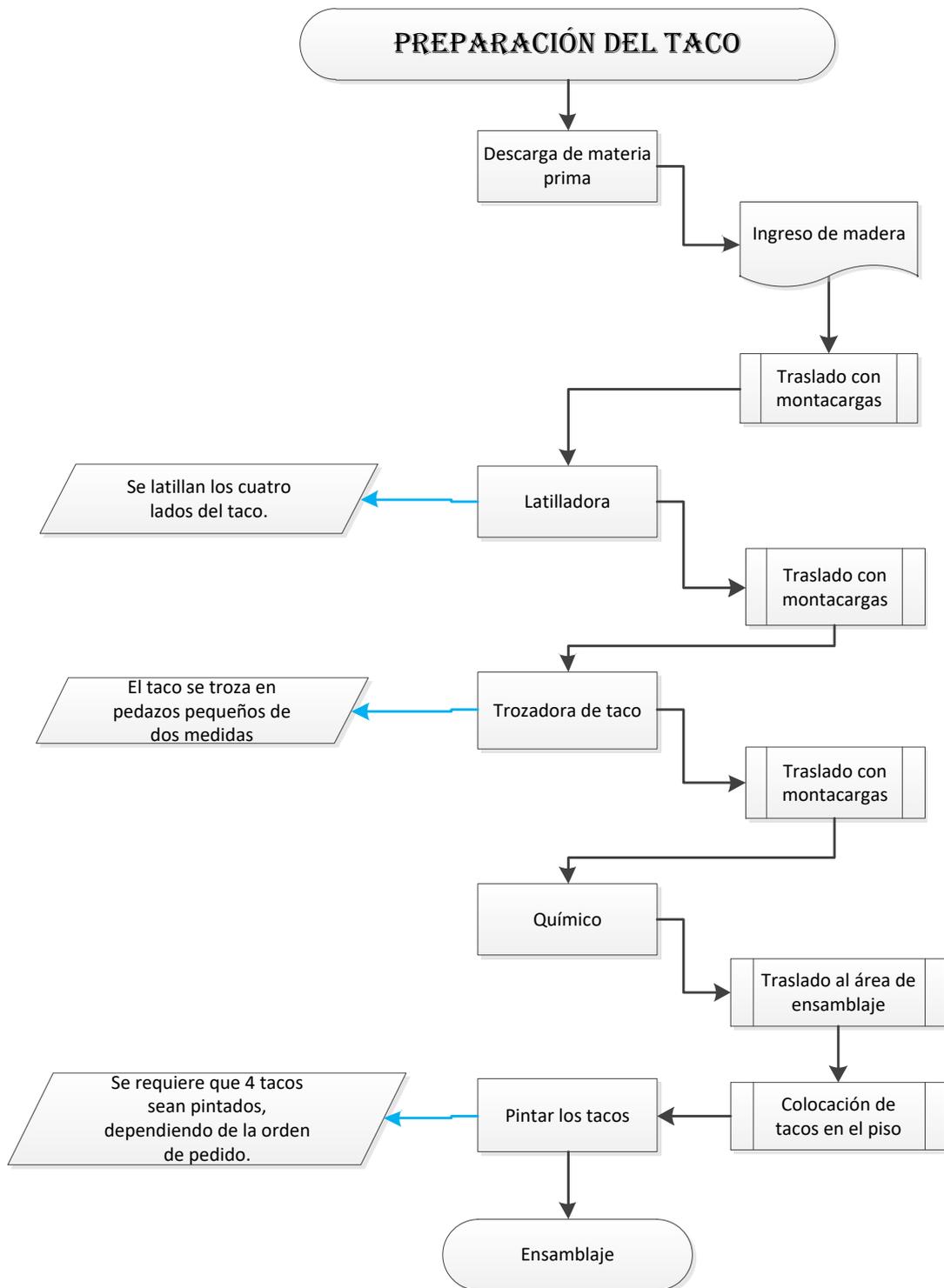


Ilustración 34: Flujograma Preparación de Tacos
Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco

4.3.2.5. Proceso de ensamblaje

- 1) Sobre la mesa de ensamblado se colocan los 9 tacos, 6 grandes, 3 pequeños, y entro estos están 4 pintados y 5 blancos, estos se requieren para la elaboración del pallet europeo.
- 2) Sobre los tacos se colocan 3 tablas de 0,10 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1,22 cm de largo.
- 3) Se requiere que los tacos y las tablas sean unidas, y es por eso que es necesario pistolas neumáticas que nos ayudan a clavar, en el cual se utilizan dos tipos de clavos, de 3” y de 2 ¼”, en este proceso se utiliza 12 clavos de 3”.
- 4) Lo siguiente es la colocación de 6 tablas de 0,13 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1,02 cm de largo, estas van colocadas dos a los bordes del pallet y las 4 tablas restantes son colocadas en el medio del producto.
- 5) Se requiere que la madera sea unida, es por eso que se usan las pistolas para clavar, en este paso se utilizan 18 clavos de 3” en las dos tablas que se colocan en los filos del pallet y en las 4 tablas restantes van al medio, se colocan 24 clavos de 2 ¼.
 - a. Es necesario que se dé vuelta al pallet para que al lado inverso se realice otro proceso similar.
 - b. Las puntas de los clavos que fueron introducidos en el lado inverso, requiere que sean doblados con martillos.
- 6) Se debe colocar 5 tablas biseladas, dos tablas de estas van a los filos del pallet con medidas de 0,09 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1.02 cm de largo y las tres tablas restantes son colocadas una en el medio y dos a los costados de la elaboración del pallet las cuales tienen las siguientes medidas; 0,09 cm de ancho x 0,02 cm de espesor x 1,04cm de largo.
- 7) Para completar este proceso se debe unir la madera por medio del uso de pistolas neumáticas, en la cual intervienen 30 clavos de 2 ¼.
 - a. El pallet es arrumado a un lado del punto de ensamblado para después este sea trasladado hacia el transporte el cual se dirigirá al lugar de destino, este transporte puede ser camión o plataforma.
 - b. La persona encargada, realiza el respectivo documento “guía de remisión” en el cual se registra el total de pallets o la orden de producción solicitada por el demandante, este documento es entregado al

transportista para que sea recibido en el lugar de destino para constancia de la llegada del producto.

- c. Posteriormente este es trasladado con el uso del montacargas hacia el respectivo transporte, para ser reubicado hacia la cámara de sanetizado.

4.3.2.6. Flujograma del proceso de ensamblado

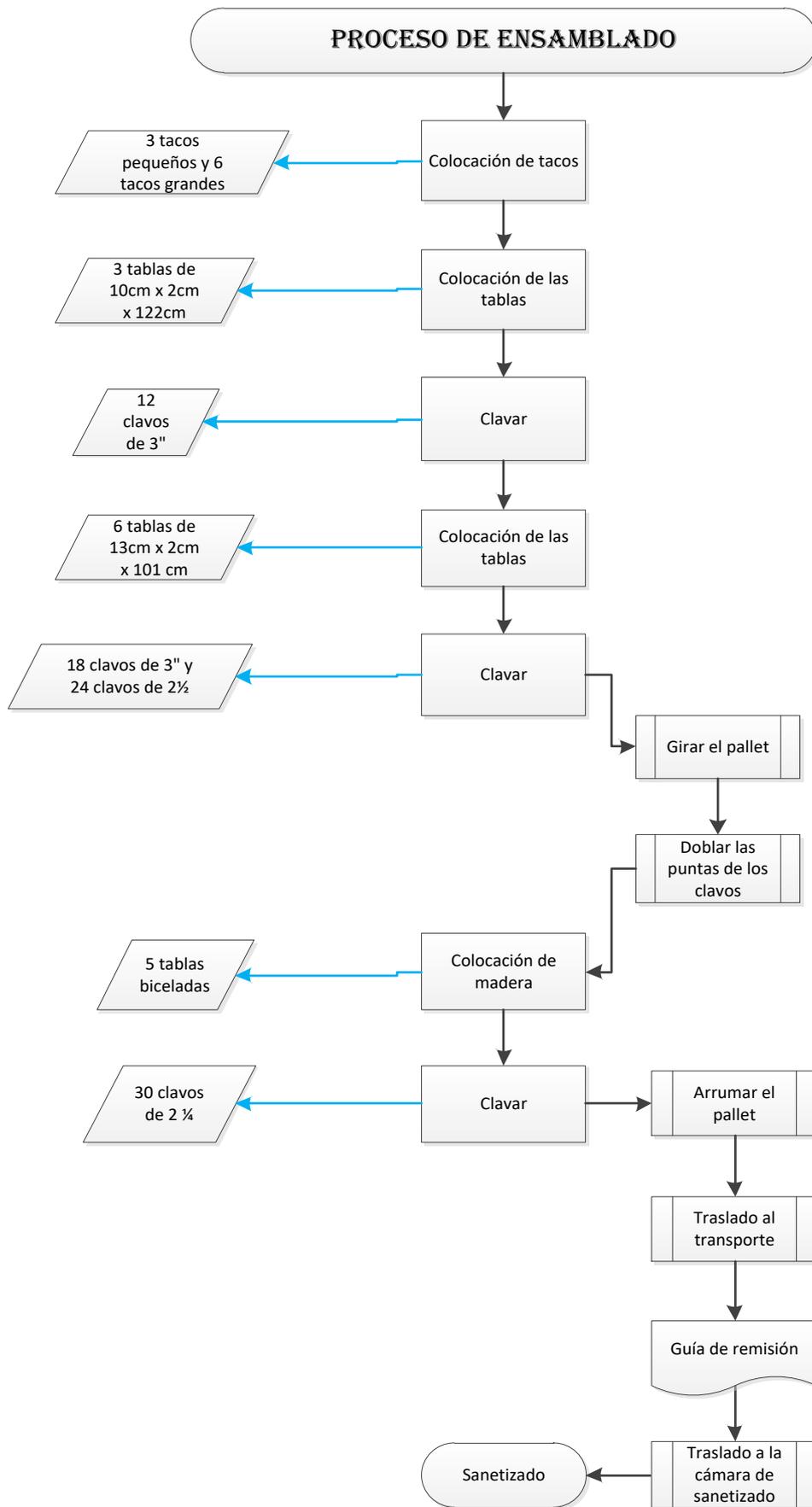


Ilustración 35: *Flujograma Proceso de Ensamblado*

Fuente: *Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.*

4.3.2.7. Proceso de sanetizado

- 1) Al llegar al lugar de sanetizado, el pallet se descarga con ayuda del montacargas hacia la cámara, para poder sanetizar correctamente el pallet, con el fin de eliminar todo tipo de bacteria u hongo que haya quedado, o a su vez que el pallet haya adquirido o se haya contaminado en el transcurso del camino hacia la cámara de sanetizado.
- 2) Una vez ingresado el pallet en la cámara de sanetizado, éste debe reposar dentro, por un tiempo determinado, con el fin de evitar cualquier inconveniente o problema futuro con el producto.
 - a. Cuando el pallet haya terminado su proceso dentro de la cámara de sanetizado, este debe ser retirado con ayuda del montacargas hacia el área de sellado.
- 3) Después de que el pallet esté preparado y haya cumplido con todos los procesos anteriormente vistos debe ser marcado con el sello de SESA el cual es necesario para poder trabajar con nuestros clientes, además si es preciso se marca el pallet con el sello de trazabilidad que exigen las empresas a las cuales proveemos de nuestro producto.
- 4) Ya que el pallet se encuentra listo, el producto es trasladado a su lugar de destino, con ayuda de una plataforma o un camión, los cuales harán llegar el producto hasta el sitio que el cliente lo solicita.

4.3.2.8. Flujograma del proceso de sanetizado

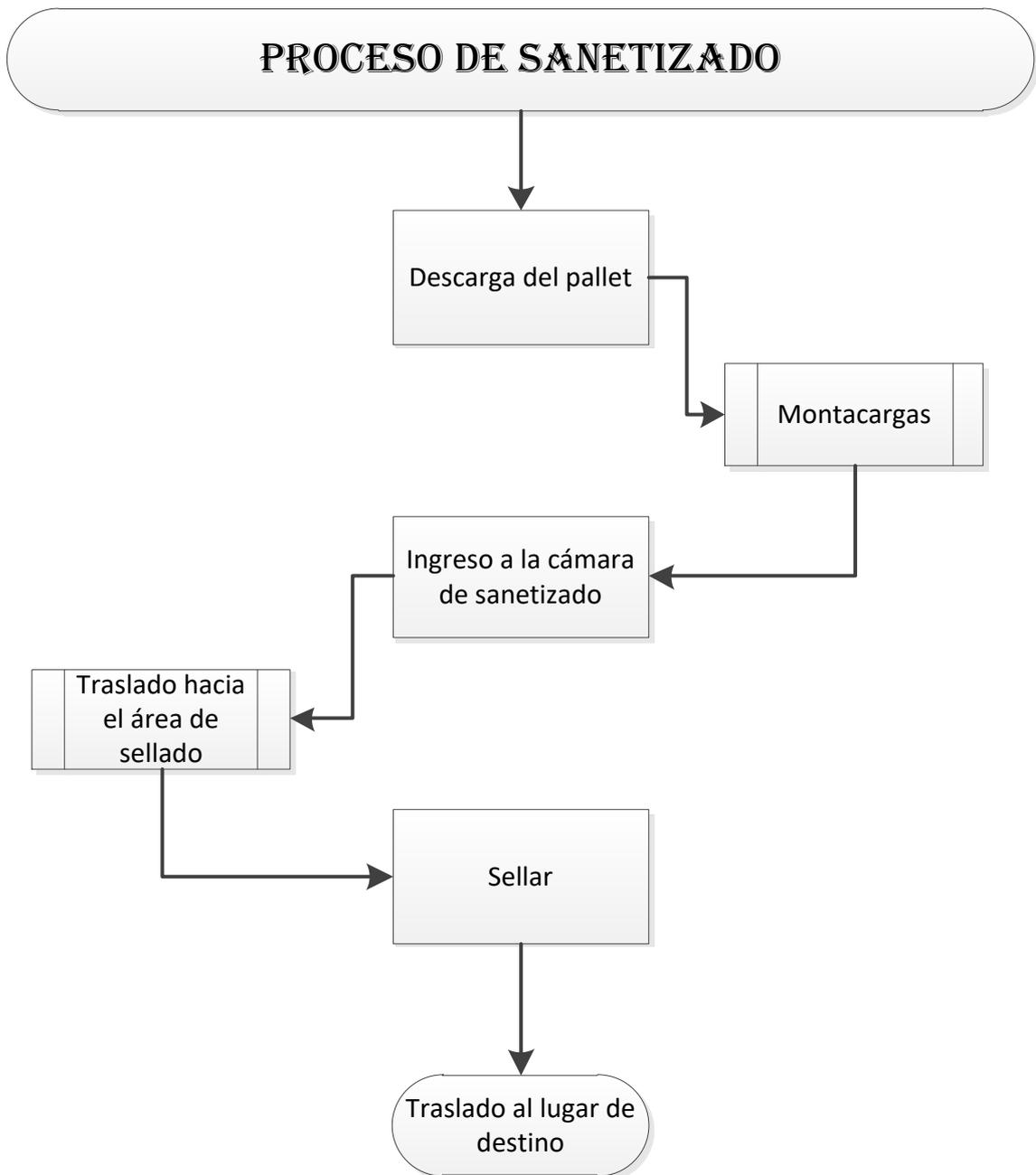


Ilustración 36: Flujograma Proceso de Sanetizado

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

4.3.2.9. Flujograma general del pallet europeo

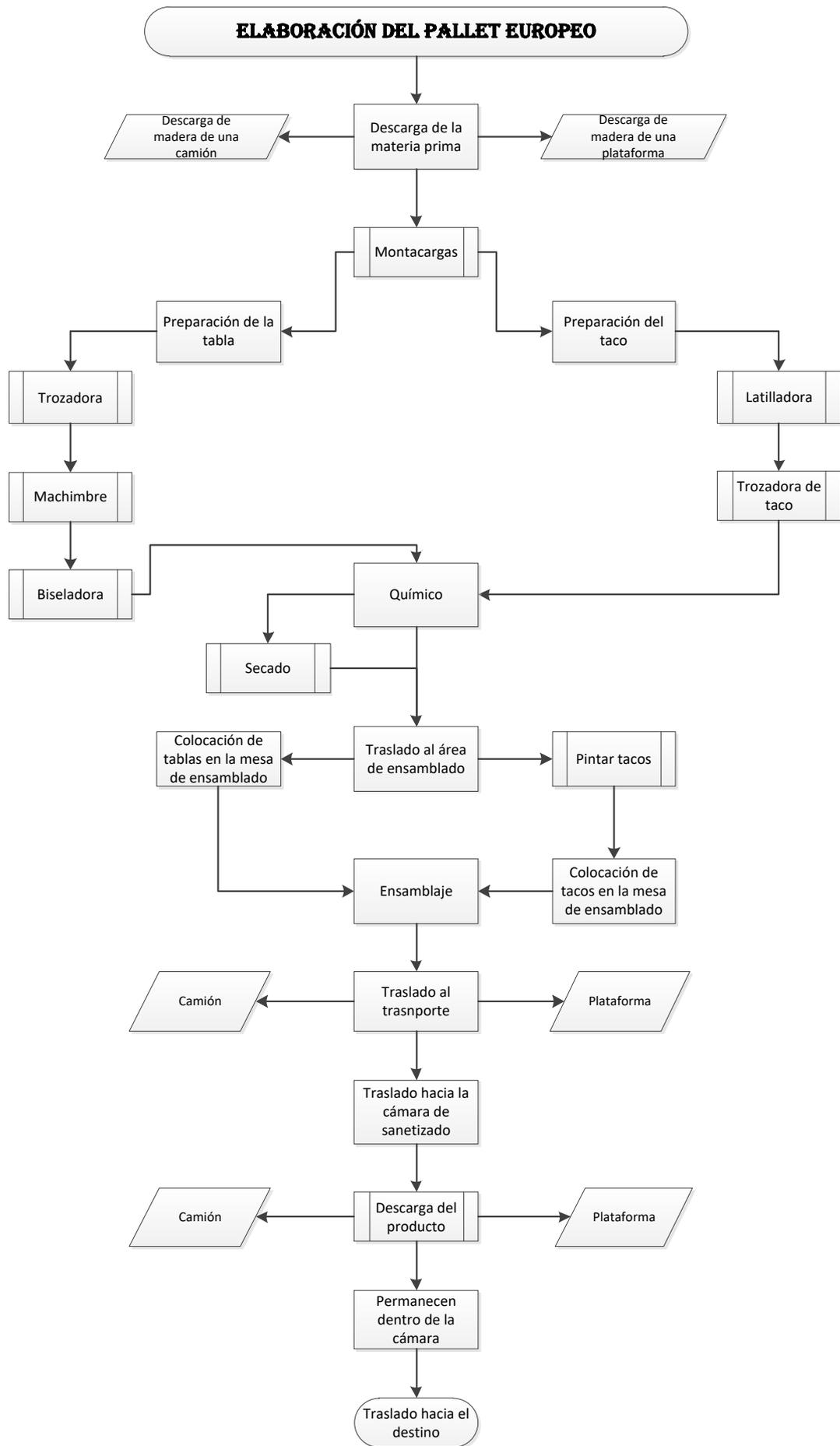


Ilustración 37: Flujograma Elaboración Pallet Europeo

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

4.3.3. Estudio de tiempos por actividad

	Descarga Madera	Trozar Tablas	Machimbrar tablas	Bicelar Tablas	Latillar Taco	Trozar taco	Químico	Ensamblar
1	00:00:00:71	00:00:14:70	00:00:02:25	00:00:02:72	00:00:24:25	00:00:26:17	00:00:03:80	00:01:47:61
2	00:00:01:07	00:00:28:96	00:00:01:49	00:00:03:21	00:00:09:90	00:00:41:69	00:00:02:85	00:01:50:75
3	00:00:01:02	00:00:10:89	00:00:01:32	00:00:03:09	00:00:35:17	00:00:21:47	00:00:02:50	00:02:20:35
4	00:00:00:83	00:00:17:62	00:00:03:96	00:00:03:98	00:00:19:08	00:00:42:54	00:00:02:35	00:02:21:10
5	00:00:00:93	00:00:17:56	00:00:01:38	00:00:02:73	00:00:18:29	00:00:24:47	00:00:03:29	00:01:52:67
6	00:00:00:61	00:00:11:10	00:00:01:36	00:00:02:84	00:00:10:93	00:00:29:18	00:00:03:15	00:01:50:74
7	00:00:01:20	00:00:10:48	00:00:02:22	00:00:02:86	00:00:13:02	00:00:30:35	00:00:03:00	00:01:49:61
8	00:00:01:11	00:00:13:47	00:00:01:14	00:00:04:97	00:00:11:49	00:00:23:52	00:00:02:76	00:02:01:23
9	00:00:01:05	00:00:10:76	00:00:01:54	00:00:02:92	00:00:10:61	00:00:32:01	00:00:02:35	00:02:10:21
10	00:00:00:69	00:00:10:58	00:00:01:56	00:00:03:72	00:00:16:84	00:00:24:46	00:00:04:32	00:01:58:98
11	00:00:01:15	00:00:12:05	00:00:01:79	00:00:03:98	00:00:12:11	00:00:22:07	00:00:02:67	00:01:58:96
12	00:00:01:09	00:00:12:65	00:00:02:49	00:00:03:64	00:00:15:96	00:00:51:90	00:00:02:45	00:01:54:42
13	00:00:00:55	00:00:12:84	00:00:01:46	00:00:03:15	00:00:17:22	00:00:19:17	00:00:02:22	00:01:51:49
14	00:00:00:83	00:00:11:15	00:00:01:72	00:00:03:00	00:00:23:67	00:00:21:24	00:00:03:53	00:02:13:63
15	00:00:01:13	00:00:10:47	00:00:01:90	00:00:03:79	00:00:09:21	00:00:31:00	00:00:02:18	00:02:20:78

Tabla 19: Estudio de Tiempos por Actividad

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

FÓRMULAS:

- **Tiempo estimado de ciclo promedio=**
$$\frac{\text{tiempo ciclos observados}}{\# \text{ ciclos}}$$
- **Tiempo Normal= TECP x tiempo responsabilidad (%)**
- **Tiempo Estándar=**
$$\frac{\text{Tiempo normal}}{1 - \text{factor suplementario}}$$

a) Descarga de madera

-TECP=

00:00:00:71+00:00:01:07+00:00:01:02+00:00:00:83+00:00:00:93+00:00:00:61+
00:00:01:11+00:00:01:05+00:00:00:69+00:00:01:15+00:00:01:09+00:00:00:55+
00:00:00:83+00:00:01:13

14

TECP= 00:00:12:77

14

TECP= 00:00:00:91

-Tiempo Normal= 00:00:00:91 *90%

TN= 00:00:00:91 *0,90

TN=00: 00:00:82

-Tiempo Estándar= 00:00:00:82

1 – 1%

TE= 00:00:00:82

0,99

TE= 00:00:00:82

NOTA: 1% incomodidad (A-1-1)

Ver marco teórico (pag. 31)

b) Trozar tablas

-TECP=

00:00:14:70+00:00:10:89+00:00:17:62+00:00:17:56+00:00:11:10+00:00:10:48+
00:00:13:47+00:00:10:76+00:00:10:58+00:00:12:05+00:00:12:65+00:00:12:84+
00:00:11:15+00:00:10:47

14

TECP= 00:00:176:36

14

TECP= 00:00:12:60

-Tiempo Normal= 00:00:12:60 * 80%

TN= 00:00:01:68 *0,80

TN=00: 00:10:08

-Tiempo Estándar= 00:00:10:08

1 – 8%

TE= 00:00:10:08

0,92

TE= 00:00:10:96

NOTA: 4% ruido (B-2-4)

4% polvo (aserrín, viruta) (C-4-4)

Ver marco teórico (pag. 31)

c) Machimbrar tablas

-TECP=

00:00:02:25+00:00:01:49+00:00:01:32+00:00:01:38+00:00:01:36+00:00:02:22+
00:00:01:14+00:00:01:54+00:00:01:56+00:00:01:79+00:00:02:49+00:00:01:46+
00:00:01:72+00:00:01:90

14

TECP= 00:00:23:62

14

TECP= 00:00:01:68

-Tiempo Normal= 00:00:01:68 * 80%

TN= 00:00:01:68 *0,80

TN= 00:00:01:34

-Tiempo Estándar= 00:00:01:34

1 – 8%

TE= 00:00:01:34

0,92

TE= 00:00:01:46

NOTA: 4% ruido (B-2-4)

4% polvo (aserrín, viruta) (C-4-4)

Ver marco teórico (pag. 31)

d) Bicular tablas

-TECP=

00:00:02:72+00:00:03:21+00:00:03:09+00:00:03:98+00:00:02:73+00:00:02:84+
00:00:02:86+00:00:02:92+00:00:03:72+00:00:03:98+00:00:03:64+00:03:15+00:
00:03:00+00:00:03:79

14

TECP= 00:00:45:65

14

TECP= 00:00:03:26

-Tiempo Normal= 00:00:03:26 * 80%

TN= 00:00:03:26 * 0,80

TN= 00:00:02:61

-Tiempo Estándar= 00:00:02:61

1 – 8%

TE= 00:00:02:61

0,92

TE= 00:00:02:84

NOTA: 4% ruido (B-2-4)

4% polvo (aserrín, viruta) (C-4-4)

Ver marco teórico (pag. 31)

e) Latillar tacos

-TECP=

00:00:24:25+00:00:09:90+00:00:19:08+00:00:18:29+00:00:10:93+00:00:13:02+
00:00:11:49+00:00:10:61+00:00:16:84+00:00:12:11+00:00:15:96+00:00:17:22+
00:00:23:67+00:00:09:21

14

TECP= 00:00:212:58

14

TECP= 00:00:15:18

-Tiempo Normal= 00:00:15:18 * 80%

TN= 00:00:15:18 * 0,80

TN= 00:00:12:15

-Tiempo Estándar= 00:00:12:15

1 – 14%

TE= 00:00:12:15

0,86

TE= 00:00:14:12

NOTA: 4% ruido (B-2-4)

4% polvo (aserrín, viruta) (C-4-4)

6% vibraciones (A-2-6)

Ver marco teórico (pag. 31)

f) Trozar tacos

-TECP=

00:00:26:17+00:00:41:69+00:00:21:47+00:00:42:54+00:00:24:47+00:00:29:18+
00:00:30:35+00:00:23:52+00:00:32:01+00:00:24:46+00:00:22:07+00:00:19:17+
00:00:21:24+00:00:31:00

14

TECP= 00:00:389:34

14

TECP= 00:00:27:81

-Tiempo Normal= 00:00:27:81 * 80%

TN= 00:00:27:81 * 0,80

TN= 00:00:22:25

-Tiempo Estándar= 00:00:22:25

1 - 2%

TE= 00:00:22:25

0,98

TN= 00:00:22:70

NOTA: 2% ruido (B-1-2)

Ver marco teórico (pag. 31)

g) Químico

-TECP=

00:00:03:80+00:00:02:85+00:00:02:50+00:00:02:35+00:00:03:29+00:00:03:15+
00:00:03:00+00:00:02:76+00:00:02:35+00:00:02:67+00:00:02:45+00:00:02:22+
00:00:03:53+00:00:02:18

14

TECP= 00:00:39:10

14

TECP=00:00:02:79

-Tiempo Normal= 00:00:02:79 *90%

TN= 00:00:02:79 * 0,90

TN=00:00:02:51

-Tiempo Estándar= 00:00:02:51

1 - 1%

TE= 00:00:02:51

0,99

TE=00:00:02:53

NOTA: 1% monotonía (B-2-1)

Ver marco teórico (pag. 31)

h) Ensamblaje

-TECP=

00:01:47:61+00:01:50:75+00:02:20:35+00:01:52:67+00:01:50:74+00:01:49:61+
00:02:01:23+00:02:10:21+00:01:58:98+00:01:58:96+00:01:54:42+00:01:51:49+
00:02:13:63+00:02:20:78

14

TECP= 00:24:41:43

14

TECP=00:01:74:45

-Tiempo Normal= 00:01:74:45 * 80%

TN= 00:01:74:45 * 0,80

TN=00:01:39:02

-Tiempo Estándar= 00:01:39:02

1 – 22%

TE= 00:01:39:02

0,78

TE=00:02:18:02

NOTA: 15% fuerza ejercida (A-1-1)

7% ruido (B-2-7)

Ver marco teórico (pag. 31)

4.3.4. Control de tiempos y movimientos



EMPRESA INDUPALETS CONTROL DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Orden de producción: 001
Producto: Pallet Europeo

Cantidad producida: 01

TIEMPO			PRODUCTO	
Hora inicio	Hora	Total de horas	Pallet Europeo	
08:00:00:00	08:03:15:49	00:03:15:49		
PROCESO DE ELABORACIÓN				
DESCRIPCIÓN DE PROCESO	TIEMPO		TIEMPO TOTAL	OBSERVACIONES
	INICIO	FINAL		
Descarga de madera	0:00:00:00	0:00:00:82	00:03:15:49	El tiempo puede variar por la tipo de vehículo que transporta la madera.
Trozar tablas	0:00:00:00	0:00:10:96		El tiempo puede variar por la distancia en la que se encuentra la madera.
Machimbrar tablas	0:00:00:00	0:00:01:46		El tiempo puede variar por la distancia en la que se encuentra la madera.
Bicelar tablas	0:00:00:00	0:00:02:84		El tiempo puede variar por la distancia en la que se encuentra la madera.
Latillar taco	0:00:00:00	0:00:14:12		El tiempo puede variar por la distancia en la que se encuentra la madera.
Trozar taco	0:00:00:00	0:00:22:70		El tiempo puede variar por la distancia en la que se encuentra la madera y la acumulación del taco.
Químico	0:00:00:00	0:00:02:53		El tiempo puede variar dependiendo de la necesidad de mantener la madera sumergida en el químico.
Ensamblaje	0:00:00:00	0:02:18:02		El tiempo puede variar por el cambio de calvos y las distancia de madera.

Ilustración 38: Control de Tiempos y Movimientos

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

4.3.5. Diagrama de procesos

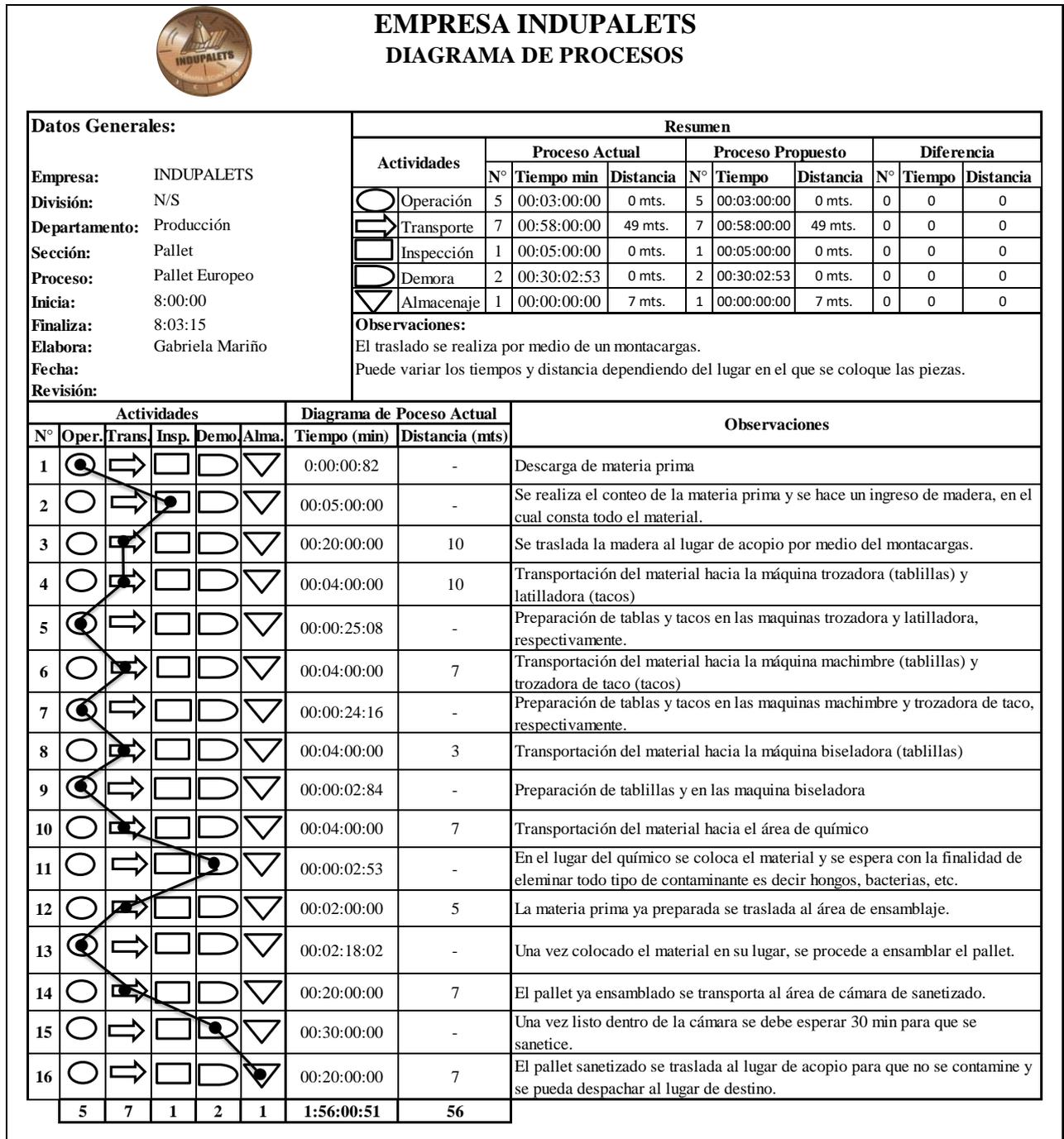


Ilustración 39: Diagrama de Procesos

Fuente: Elaborado por Gabriela Mariño Orozco autora del trabajo para titulación.

CONCLUSIONES

- Se ha diseñado un sistema de producción basado en las herramientas 5S a través del apoyo de flujogramas y diagramas de procesos con los cuales se identifica claramente el proceso a seguir al elaborar el producto.
- A través de la elaboración de un FODA de la empresa se ha podido realizar un diagnóstico de la situación actual, e identificar las oportunidades que la institución posee para seguir avanzando y de igual manera las amenazas y debilidades que tiene con los cuales hay que eliminarlos y a su vez superarlos.
- Por medio del presente proyecto se ha logrado identificar el proceso exacto que la empresa INDUPALETS implementa al fabricar su producto final, a través de la elaboración del flujograma de procesos del pallet europeo que produce por medio de órdenes de producción que nuestros clientes nos solicitan, en el cual se ha logrado identificar el orden correcto de cada proceso para obtener un producto de calidad.
- Con los registros de los tiempos que se ha cronometrado de todos los procesos que se utilizan para la elaboración del pallet, se ha determinado el tiempo estándar de cada proceso realizado por los empleados del área de producción.
- La realización de este proyecto tiene como principal finalidad recopilar registros con los tiempos de cada uno de los procesos, con el fin de usar esta información para la eliminación o reducción de movimientos innecesarios e ineficientes y a su vez facilitar y acelerar los movimientos que son necesarios y eficientes para la producción.
- El tiempo estándar para la elaboración de un pallet europeo es de 00:03:15:49, este tiempo podría variar por distintas circunstancias al momento de la preparación del producto, como puede ser la distancia de la madera, desplazamiento, averías, la experiencia del trabajador, entre otros.
- Mediante la elaboración de la tabla de control de tiempos y movimientos se puede observar dentro de las ocho actividades que conforman la elaboración del producto la que lleva mayor tiempo es el ensamblaje del pallet con 00:02:18:02 la cual es considerada como el cuello de botella del proceso de producción.
- La herramienta 5S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes e implantar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor

esencial dentro del proceso productivo, de calidad y de los objetivos generales de la organización, teniendo en cuenta que la aplicación de las 5S no es una moda sino un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación que mejorará la empresa.

- La creación de un entorno productivo es tarea de todos los que conforman la empresa, de un gran esfuerzo consciente que generará un cambio cultural y el cual debe ser prioridad y además es un paso para ser más competitivos.
- Para obtener mejores resultados y asegurar la aplicación de la herramienta 5S, es necesario realizar una prueba piloto para que haya un mejor acoplamiento con esta nueva metodología.
- Para la implementación de cualquier proceso de mejora o sistema productivo se debe contar con el apoyo y comprensión de personal.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda poner en práctica lo realizada en el presente proyecto, con la finalidad de que se implemente el sistema de producción y sirva de ayuda para la productividad de la institución.
- Se recomienda aprovechar las oportunidades encontradas a través del análisis FODA, superar las debilidades o a su vez convertirlas en fortalezas y eliminar o reducir las amenazas.
- Se recomienda socializar el flujograma de procesos para la elaboración del producto, con el fin de que el personal tenga en cuenta cual es el correcto procedimiento de producción y para que el nuevo talento humano pueda identificarlo de una mejor manera.
- Se recomienda tener en cuenta los tiempos tomados a través de las fórmulas aplicadas con la finalidad de fomentar en los empleados la toma de conciencia sobre los movimientos innecesarios para la reducción de costos de la elaboración del producto.
- Se recomienda desarrollar herramientas, dispositivos y auxiliares de producción económicos y eficientes que los trabajadores puedan aplicar para la elaboración del producto de tal manera que se reduzcan movimientos y tiempo mal utilizados.
- Se recomienda capacitar al personal para que se acojan de mejor manera a la nueva metodología y fomentar una ideología de mejoramiento que favorezca a todos los que conforman la institución de tal manera que permita reducir esfuerzos y promover el optimismo, a su vez que reducirán todos los imprevistos y actividades que consume tiempo innecesario.
- Se recomienda llevar un adecuado control de inventarios para facilitar el proceso de producción y evitar el desperdicio de tiempos por falta de material y a su vez tener en cuenta con cuanto material se cuenta y cuanto material defectuoso o con fallas se tiene.
- Se recomienda evitar las operaciones o elementos innecesarios que se estén ejecutando en el proceso y afecten la eficiencia de la producción considerados como cuello de botella, a su vez dar solución a la mala distribución de planta, o la ubicación de las piezas o materiales que se encuentran lejos del área de producción, eliminando esto mediante una correcta planificación previa.

- Se recomienda alcanzar el entendimiento y la cooperación de los trabajadores de la empresa así disminuirá enormemente las dificultades de implementación de estrategias y métodos de producción asegurando el éxito de la empresa a través de la implementación de la herramienta 5S.
- Se recomienda identificar las actividades que a los obreros incomodan e impiden realizar su trabajo de la mejor manera a través de charlas y conversaciones personales con el fin de crear un entorno positivo y agradable para laborar.
- Se recomienda realizar una prueba piloto de la estrategia 5S durante un tiempo determinado para que se pueda aplicar de una mejor manera ya una vez capacitado el personal.
- Se recomienda tomar en cuenta las opiniones de todo el personal a través de una tormenta de ideas de tal manera se estimule al individuo con el propósito de mantener los buenos hábitos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arbós, L. C. (2010). *LEAN MANUFACTURING: Lean managemet es la gestión competitiva por excelencia*. Barcelona: Bresca Editorial.
- Barrau, P. R.-P. (1994). *Ergonomía 1 Fundamentso*. Barcelona: Editions UPC.
- Díaz de Santos, S. (1987). *Quality Control and Application*. Madrid: Prentice-Hall, Inc.
- Enrick, N. L. (1987). *Control de calidad beneficios empresarial*. México.
- Garza, E. G. (1996). *Calidad Total*. México: Pax México Librería Carlos Césarman, S.A.
- HEIZER J., R. B. (2001). *DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN. Decisiones tácticas*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.
- HEIZER, J. Y. (2004). *Principios de administración de operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Krajewski, L. J. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Mexico: PERSON EDUCACIÓN.
- López, P. R. (2007). *La gestión de costes en lean manufacturing* . España: Netbiblo.
- Meyers, F. E. (2001). *Estudios de tiempos y movimientos*. Mexico: Segunda Edicion. Pearson Educación.
- Neira, A. C. (2003). *Sistema de incentivos a la Producción*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Neira, A. C. (s.f.). *Técnicas de Medición del Trabajo*. Madrid: FUNDACIÓN CONFEMETAL.
- Neto, F. M. (2013). *LEAN MANUFACTURING: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Bubok Publishing S.l..
- Pulido, H. G. (2010). *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD*. Mexico: McGRAW-HILLS/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Richard B. Chase, N. J. (1998). *PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT Manufacturing and Services* (Octava ed.). The Mc Graw - Hill Companies, Inc.
- Sánchez, M. R. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. Madrid: Edicione Díaz de Santos.
- Stephens, F. E. (s.f.). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (Tercera edición ed.). Madrid: PEARSON Prentice Hall.
- WELSCH, G. A. (2005). *PRESUPUESTOS Planificación y Control* (Sexta Edición ed.). Mexico: PERSON EDUCACIÓN.

ANEXO 1

