



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS EN LA MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALLETS DE MADERA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MANUFACTURAS Y PROCESOS INTEGRADOS E.I.R.L.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Br. John Velasco Bustamante

Asesor:

Mg. Ing. Ulises Piscoya Silva

Lima – Perú

2017

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignado s, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el(la) Bachiller **John Velasco Bustamante**, denominada:

“APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS EN LA MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALLETS DE MADERA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MANUFACTURAS Y PROCESOS INTEGRADOS E.I.R.L.”

Ing. Ulises Piscocoya Silva

ASESOR

Ing. Hans Clieve Vidal Castañeda

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Ricardo Valqui Guarniz

JURADO

Ing. Aldo Guillermo Rivadeneyra Cuya

JURADO

DEDICATORIA

A Dios, mi guía espiritual, a mi padre que siempre recordaré sus enseñanzas y porque valoro todo su sacrificio por la familia y a mi Madre por su cariño y entrega por mí y por mis hermanos.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores de la Universidad Privada del Norte por brindarme sus conocimientos y su constante apoyo durante la época como estudiante. En especial a mi asesor de tesis el Ingeniero Ulises Piscoya.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1.INTRODUCCIÓN	12
1.1.Antecedentes	12
1.2.Realidad Problemática	23
1.3.Formulación del Problema	24
1.3.1.ProblemaGeneral	24
1.3.2.ProblemaEspecífico.....	24
1.3.2.1. Problema específico 01.....	24
1.3.2.2. Problema específico 02.....	24
1.3.2.3. Problema específico 03.....	24
1.3.2.4. Problema específico 04.....	24
1.4.Justificación.....	25
1.4.1.JustificaciónTeórica	25
1.4.2. JustificaciónPráctica	25
1.5. Objetivo	26
1.5.1.ObjetivoGeneral	26
1.5.2.ObjetivoEspecífico	26
1.5.2.1. Objetivo específico 1	26
1.5.2.2. Objetivo específico 2	26
1.5.2.3. Objetivo específico 3.....	26
1.5.2.4. Objetivo específico 4.....	26
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	27
2.1.Antecedentes	27
2.2.Bases teoricas.....	29

2.3. Definición de terminos básicos	43
CAPÍTULO 3. DESARROLLO	44
3.1. Descripción de la situación actual.....	44
3.2. Propuestas de mejora para el proceso de fabricación de pallets de madera.....	63
3.3. Procedimientos y costos de aplicación de la ingeniería de métodos	85
3.4. Determinación del costo beneficio	87
3.5. Beneficios adicionales de la aplicación de la ingeniería de métodos: Mejoras en la ergonomía.....	89
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	91
4.1. RESULTADOS.....	91
4.2. CONCLUSIONES	94
4.3. RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS	96
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nro.1-1. Organigrama de la empresa Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.	13
Figura nro. 1-2 Caja de madera	14
Figura nro. 1-3 Jaba de madera.....	15
Figura nro. 1-4 Madera dimensionada.....	15
Figura nro. 1-5 Maquina corte Sierra cinta.....	16
Figura nro. 1-6 Máquina Cepilladora.....	16
Figura nro.1-7 Maquina sierra circular.....	17
Figura nro. 1-8. Máquina de corte transversal (Despuntadora).....	17
Figura nro. 1-9. Máquina de Cepilladora de cantos.....	18
Figura nro. 1-10.Máquina compresora.....	18
Figura nro. 1-11.Máquina de afilado de Sierra cinta	19
Figura nro. 1-12 Participación según producto.....	20
Figura nro. 1-13 Ingresos por cliente en venta de pallets.....	21
Figura nro. 1-14 Modelo de pallets para el cliente A.....	22
Figura nro. 2-1 Representación gráfica de los procesos.....	37
Figura nro. 2-2 Pallet EAN.....	38
Figura nro. 2-3 Europallet.....	39
Figura nro. 2-4 Pallet de doble entrada.....	39
Figura nro. 3-1 Causas de la baja productividad.....	44
Figura nro. 3-2 Gráfica de causas más frecuentes de la baja productividad.....	46
Figura nro. 3-3 Almacenamiento de maderas antes de las mejoras.....	47
Figura nro. 3-4 Distribución de planta.....	48
Figura nro. 3-5 Diagrama de operaciones proceso actual.....	49
Figura nro. 3-6 Diagrama de recorrido.....	50
Figura nro. 3-7 Apilamiento de tablonces de madera.....	64
Figura nro. 3-8 Maquina Clavadora.....	65
Figura nro. 3-9 Postura 1 a analizar.....	68
Figura nro. 3-10 Postura 2 a analizar.....	69
Figura nro. 3-11 Postura 3 a analizar	71
Figura nro. 3-12 Gráfica del diagrama de recorrido.....	84
Figura nro. 3-13 Postura para el ensamble.....	90
Figura nro. 4-1 Gráfica método actual y propuesto.....	91
Figura nro. 4-2 Gráfico comparativo de la productividad.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nro. 1-1. Distribución de ventas Totales año 2015.....	19
Tabla nro. 1-2. Detalle de ventas por cliente.....	20
Tabla nro. 2-1. Calificación de la actuación.....	32
Tabla nro. 2-2. Holguras recomendadas por ILO.....	34
Tabla nro. 3-1. Incidencias de la baja productividad	45
Tabla nro. 3-2. Índice de baja de la productividad	47
Tabla nro. 3-3. DAP del proceso de clasificación de la Selección de madera.....	51
Tabla nro. 3-3. DAP del proceso de habilitación de listones.....	52
Tabla nro. 3-5. DAP del proceso de tablas parte superior.....	53
Tabla nro. 3-6. DAP del proceso de Habilitación de tablas parte inferior.....	54
Tabla nro. 3-7. DAP del proceso de cepillado de listón.....	55
Tabla nro. 3-8. DAP del proceso de tabla parte superior.....	56
Tabla nro. 3-9. DAP del proceso de cepillado de tabla parte inferior.....	57
Tabla nro. 3-10 DAP del proceso de corte de longitud de listones.....	58
Tabla nro. 3-11 DAP del proceso de corte de longitud de tablas parte superior.....	59
Tabla nro. 3-12. DAP del proceso de longitud de tablas parte inferior.....	60
Tabla nro. 3-13. DAP del proceso de ensamble de partes.....	61
Tabla nro. 3-14. DAP del proceso de fumigación y tratamiento térmico de pallets.....	62
Tabla nro. 3-15 Características de la madera Bolaina.....	63
Tabla nro. 3-16 DAP de proceso de selección de tablones de madera.....	72
Tabla nro. 3-17 DAP del proceso de Habilitación de listones.....	73
Tabla nro. 3-18 DAP del primer corte para la habilitación de tablas parte superior.....	74
Tabla nro. 3-19 DAP del primer corte para la habilitación de tablas parte inferior.....	75
Tabla nro. 3-20 DAP del segundo corte para la habilitación de listones.....	76
Tabla nro. 3-21 DAP del del segundo corte para la habilitación de tablas parte superior.....	77
Tabla nro. 3-22 DAP del segundo corte para la habilitación de tablas parte inferior.....	78
Tabla nro. 3-23 DAP del corte despunte de listones.....	79
Tabla nro. 3-24 DAP del corte despunte de tablas parte superior.....	80
Tabla nro. 3-25 DAP del corte despunte de tablas parte inferior.....	81
Tabla nro. 3-26 DAP del ensamblado de partes.....	82
Tabla nro. 3-27. DAP del fumigado y tratamiento térmico de los pallets.....	83
Tabla nro. 3-28 Resumen de procesos con método actual.....	85
Tabla nro. 3-29 Resumen de procesos con método propuesto.....	86
Tabla nro. 3-30 Resumen de proceso anterior y proceso propuesto.....	87

Tabla nro. 3-31 Cuadro de inversión.....	87
Tabla nro. 3-32 Cuadro del índice de productividad mensual año 2016.....	88
Tabla nro. 3-33 Tabla de medida de operarios	89
Tabla nro. 4-1 Tabla de Ahorro mensual.....	91
Tabla nro. 4-2 Tabla de Ahorro anual.....	92
Tabla nro. 4-3 Descripción de ocurrencias en planta año 2015.....	93

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito fundamental aplicar la ingeniería de métodos en la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera para incrementar la productividad en la empresa Manufacturas Y Procesos Integrados EIRL.

En primer término, se identificó el cliente que genera mayores ingresos a la empresa y se puso en evidencia que los tiempos de entrega de pedidos de pallets de madera tenían en algunos casos, días de retrasos. Así, para reconocer las causas de baja productividad en la fabricación de pallets de madera se utilizó el diagrama de Ishikawa. Luego, utilizando el diagrama de Pareto se analizó detalladamente cada una de las causas identificadas.

Para iniciar el proceso de mejora, se diagnosticó el proceso actual en la fabricación de pallets de madera, identificando en primer término la distribución de la planta. Luego a partir de este diagnóstico se realizó el diagrama de operaciones del proceso (DOP), posteriormente se realizó el diagrama de recorrido del proceso de fabricación del pallet de madera, concluyendo con el diagrama de actividades del proceso (DAP). Luego, apoyado en el estudio de métodos y con la utilización del estudio de tiempos, se propuso un nuevo diagrama de recorrido, utilizando una especie de madera específica para el proceso, optando por la madera Bolaina, por ser una madera más dúctil para los procesos de corte. Finalmente, se fijó una nueva estación de trabajo, basada en una máquina de corte de sierra circular, el cual permitió reducir los tiempos en el proceso de cepillado de madera. Asimismo, se requirió de máquinas de transporte interno, Stokas o carretillas hidráulicas, sumado a la utilización de una máquina portátil, clavadora automática, necesaria para realizar el nuevo diagrama de actividades.

La determinación del costo beneficio de la mejora realizada se dio utilizando la técnica de retorno de inversión (ROI), el cual determinó un valor de 40.53 %, con una recuperación a 2.5 años, el cual sustentó la ejecución de lo implementado.

Diseñadas las propuestas de mejora en el proceso de fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados E.I.R.L., se logró reducir y acortar los recorridos de los procesos de fabricación de pallets tomando en cuenta los tiempos de cada actividad y a la vez los elementos que lo conforman, de esta manera se optimizaron los tiempos de operación. Se obtuvo una reducción de un costo unitario de 4.06 soles a 2.76 soles por pallet producido, reduciendo a 1.30 por pallet como costo unitario que representa en términos porcentuales una reducción del 32%. Así, la evolución actual de la productividad que fluctúa entre 1.34 y 1.63, por lo cual se puede concluir que las mejoras implementadas tuvieron un efecto positivo.

ABSTRACT

The main objective of this research was to apply method engineering to improve the wood pallet manufacturing process to increase productivity in the company Manufacturas y Procesos Integrados EIRL.

Firstly, the customer who generated the most revenue from the company was identified and it became evident that the delivery times of wooden pallets had in some cases, days of delays. Thus, to recognize the causes of low productivity in the manufacture of wooden pallets, the Ishikawa diagram was used. Then, using the Pareto diagram, each of the identified causes was analyzed in detail.

To begin the process of improvement, the current process was diagnosed in the manufacture of wood pallets, identifying first the distribution of the plant. After this diagnosis, the process operations diagram (DOP) was performed, followed by the process diagram of the wood pallet manufacturing process, concluding with the process activity diagram (DAP). Then, based on the study of methods and the use of the time study, a new path diagram was proposed, using a specific wood species for the process, opting for Bolaina wood, being a more ductile wood for the processes cutting. Finally, a new work station was established, based on a circular saw cutting machine, which allowed to reduce the times in the wood brushing process. In addition, internal transport machines, Stokas or hydraulic trucks, were required, coupled with the use of a portable machine, automatic nailer, necessary to carry out the new activity diagram.

The determination of the cost benefit of the improvement was made using the technique of return of investment (ROI), which determined a value of 40.53%, with a recovery to 2.5 years, which supports the execution of the implemented.

Designed to improve the process of manufacturing wooden pallets in the company Manufacturas y Procesos Integrados EIRL, it was possible to reduce and shorten the paths of the manufacturing processes of pallets taking into account the times of each activity and at the same time the elements which conform it, in this way the operating times were optimized. We obtained a reduction of a unit cost of 4.06 soles to 2.76 soles per pallet produced, reducing to 1.30 per pallet as a unit cost that represents in percentage terms a reduction of 32%. Thus, the current evolution of productivity that fluctuates between 1.34 and 1.63, so it can be concluded that the improvements implemented had a positive effect.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

a. Breve descripción de la empresa

La Empresa Manufacturas y Procesos integrados EIRL, inicia sus operaciones en mayo de 2009 en sus inicios se dedicó exclusivamente a comercializar especies de madera destinadas al sector construcción. Posteriormente en el año 2010 incursiona en la fabricación de pallets de madera al descubrir que existe demanda, siendo actualmente el producto que mayores beneficios económicos le otorga a la empresa.

El abastecimiento de madera se realiza desde los aserraderos de Pucallpa, Tarapoto y Satipo; el procesamiento de la madera se realiza en nuestra planta de 1035 m², ubicada en la A.V. Separadora Industrial 860 Santa Anita, disponiendo también en planta de la maquinaria completa para la elaboración y/o fabricación pallets.

b. Visión

Ser una Empresa que ofrece los mejores pallets a las empresas exportadoras para que sus productos lleguen a sus destinos con la mayor seguridad, sin alterar su calidad.

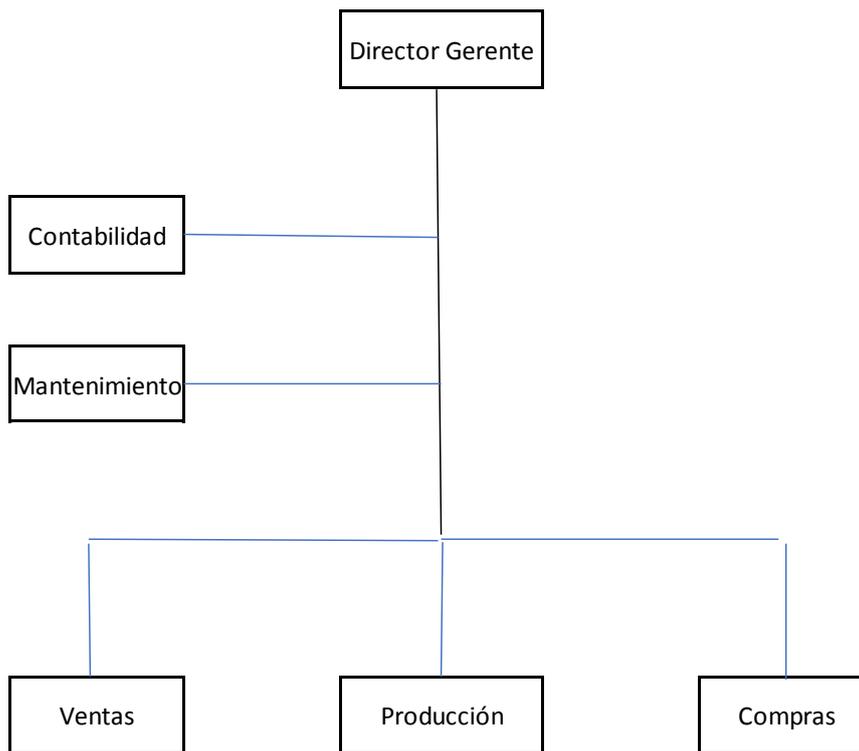
c. Misión

Somos una empresa que obtiene la madera de aserraderos que cuenta con certificación del manejo sostenible y responsable de los bosques.

d. Organigrama de la empresa

La empresa dispone de una estructura organizativa sencilla a pertenecer al régimen de las microempresas.

Figura nro.1-1. Organigrama de la empresa Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaborado: Dirección general

e. Portafolio de Productos

La empresa tiene los siguientes productos:

1. Pallets de madera

En diferentes dimensiones y características de acuerdo a la necesidad del cliente.

2. Cajas de madera

Es un producto orientado para el traslado de maquinarias e instrumentación industrial ,su hermeticidad permite que sea transportado la sumo cuidado a su destino final. También son fabricados para almacenar temporalmente productos agroindustriales que van ser depositados como carga suelta.

Figura nro. 1-2 Caja de madera



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaborado: Área de producción

3. Jabas de madera

Es una alternativa a la caja de madera, aunque con un precio relativamente bajo.

Figura nro. 1-3 Jaba de madera



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaborado: Área de producción

4. Madera dimensionada.

Es la madera orientada principalmente al sector construcción civil o de estructuras para camiones los hay en diferentes medidas.

Figura nro. 1-4 Madera dimensionada



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaborado: Área de producción

f. Maquinaria disponible

1. Máquina de corte sierra cinta

Figura nro. 1-5 Maquina corte Sierra cinta



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaborado: Área de producción

2. Máquina Cepilladora

Figura nro. 1-6 Máquina Cepilladora



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

3. Máquina de corte circular

Figura nro. 1-7 Maquina sierra circular



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

4. Máquina de corte transversal despuntadora

Figura nro. 1-8. Máquina de corte transversal (Despuntadora)



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

5. Máquina de cepilladora de cantos (Canteadora)

Figura nro. 1-9. Máquina de Cepilladora de cantos.



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

6. Máquina de afilado de cuchilla de cepilladora

Figura nro. 1-10. Máquina compresora



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

7. Máquina de afilado de Sierra cinta

Figura nro. 1-11. Máquina de afilado de Sierra cinta



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

8. Distribución de las ventas

- **Distribución Ventas totales**

Durante el año 2015 se obtuvo la siguiente información sobre las ventas mensuales en promedio de acuerdo al tipo de producto.

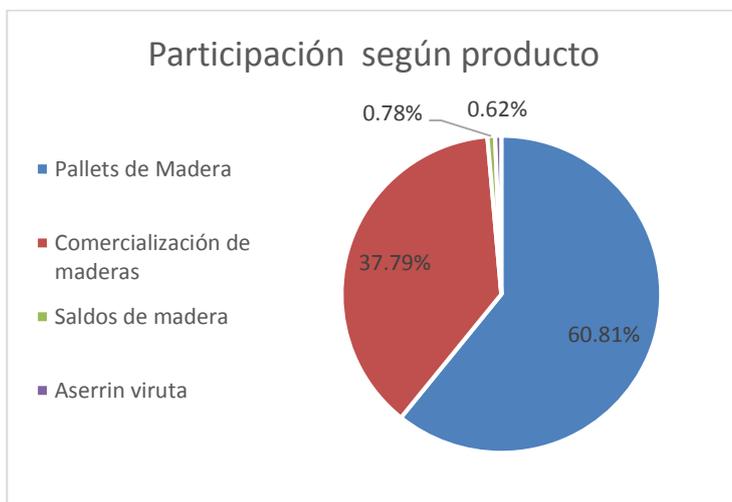
Tabla nro. 1-1. Distribución de ventas Totales año 2015

Tipo de Producto	Importe (S/.)	% Participación
Pallets de Madera	328320.00	60.81%
Comercialización de maderas	204000.00	37.79%
Saldos de madera	4200.00	0.78%
Aserrin viruta	3360.00	0.62%
Ventas Netas Año 2015	539880.00	100.00%

Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de ventas

Figura nro. 1-12 Participación según producto



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

9. Detalle de ventas por clientes de pallets de madera

Se detalle un cuadro de las ventas de pallets durante el año 2015 por cliente

Tabla nro. 1-2. Detalle de ventas por cliente

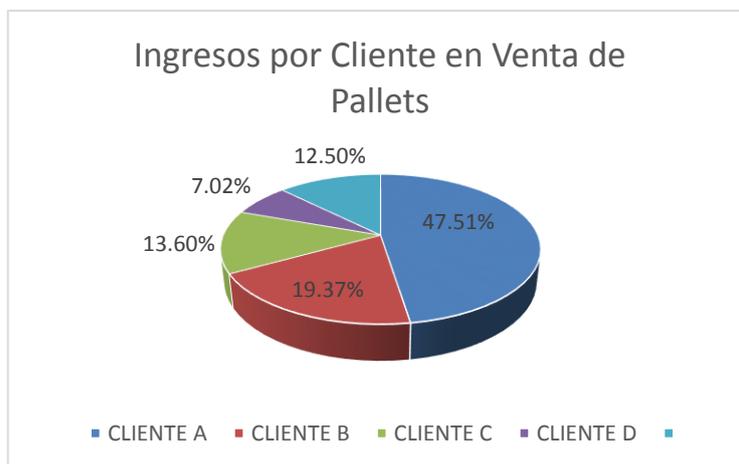
CLIENTE	UNIDADES MENSUALES	UNIDADES POR AÑO	PRECIO UNITARIO(S/.)	TOTAL VENTA (S/.)	% PARTICIPACIÓN
CLIENTE A	200	2400	65.00	156000.00	47.51%
CLIENTE B	100	1200	53.00	63600.00	19.37%
CLIENTE C	60	720	62.00	44640.00	13.60%
CLIENTE D	40	480	48.00	23040.00	7.02%
OTROS	60	720	57.00	41040.00	12.50%
				328320.00	100.00%

Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

Cuadro gráfico de ventas por cliente

Figura nro. 1-13 Ingresos por cliente en venta de pallets



Fuente: Manufacturas y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

10. Descripción del pallet de madera solicitado por nuestro cliente

El presente trabajo de investigación determinó que es de vital importancia la mejora de sus procesos de fabricación para entregar en el tiempo acordado los pedidos realizados en general de todos los clientes, sin embargo se analizó el procesos productivo de uno de nuestros principales clientes, el cual genera mayores ingresos económicos y mayores márgenes de ganancia.

El detalle de la medida y de los componentes que constituye el pallet solicitado por nuestro cliente considera lo siguiente:

9 Tablas parte superior c/u de 19 mm X 95mm X 1120mm

4 Durmientes c/u de 47 mm X 82 mm X 1120 mm

4 Tablas parte inferior c/u de 16 mm X 95 mm X 1120mm

Figura nro. 1-14 modelo de pallets para el cliente A



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de Producción

1.2. Realidad Problemática

El Perú en los últimos años ha tenido un crecimiento económico continuo, generado en gran medida por el desarrollo del sector minero y manufacturero, lo cual ha ocasionado diferentes procesos de cambio en el sector empresarial nacional, Ante esto es importante identificar las oportunidades de competitividad de los sectores productivos del país para atender y adaptarse satisfactoriamente a los nuevos entornos y exigencias del mercado nacional e internacional.

Así, desde el año 2005 la industria maderera Nacional, fabricante de pallets, tuvo un notable incremento de demanda de este producto, no solo por parte de empresas agroexportadoras, sino también de empresas dedicadas al almacenaje de mercancías en forma permanente o temporal. Es importante resaltar que las empresas manufactureras, para ser más eficientes en la entrega y la comercialización de sus productos a gran volumen, paletizan dicha mercancía, lo cual consiste en la manipulación y acomodamiento adecuado de los mismos sobre pallets; esto les ha permitido en términos logísticos optimizar su cadena de suministros.

La empresa Manufacturas y Procesos Integrados (MPI), dedicada a la fabricación de pallets de madera, dispone de un área de producción que no optimiza de manera conveniente la secuencia de operaciones en la fabricación de los pallets, esto debido a que no tiene estandarizado sus procesos, considera la misma metodología de corte para cada tipo de madera, no considera las características mecánicas y densidades de la madera utilizada; lo que ocasiona continuas paradas en el proceso de fabricación. Otros aspectos que dificultan la producción es la alta rotación del personal, los tiempos muertos, la no utilización de técnicas de secado normadas.

Al respecto, es necesario identificar alternativas de mejora en el proceso de producción de este tipo de negocio, que permita optimizar el proceso de fabricación de los pallets de madera y que genere reducción en los costos del producto final. Según el estudio publicado por la BASC de Costa Rica, sobre el uso de pallets para transporte de carga, considera que este producto está presente en los comercios internacionales en más de un 90%, por lo que el uso de este producto es de suma importancia para la preservación del producto que se traslada.

La productividad tiene un papel importante para ser competitivos en este sector y ante lo descrito urge la necesidad de organizar la planta, mejorando sus métodos de fabricación con

especificaciones necesarias para acortar los tiempos de producción sin que la calidad se vean afectados y una de las formas de poder mejorar es a través de la ingeniería de métodos, complementado en un estudio óptimo de tiempos y movimientos.

Lo que se busca es obtener información con respecto a la opción de ser competitivos en este sector, de tal manera que se tenga mayor ingreso, una mejor alternativa de producción que permita a la empresa tener un mayor margen de ganancia y encontrar una alternativa que permita optimizar sus ingresos.

Ante lo expuesto, la presente investigación pretende aplicar la ingeniería de métodos para la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera, considerando especificaciones necesarias para acortar los tiempos de producción, complementado en un estudio óptimo de tiempos y movimientos.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿La aplicación de la ingeniería de métodos mejora el proceso de fabricación de pallets de madera e incrementa la productividad de la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL?

1.3.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el proceso actual en la fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL?

¿Cuál es el proceso actualizado para la fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas Y Procesos Integrados EIRL?

¿Cuáles son los procedimientos y costos en la aplicación de la ingeniería de métodos para la fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL?

¿Cuál es el costo-beneficio de la aplicación de la ingeniería de métodos en la fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas Y Procesos Integrados EIRL?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

La aplicación de la Ingeniería de métodos para la mejora de la productividad en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL, tuvo como resultado un mejor grado de competitividad de la empresa frente a otras. Se logro elevar la productividad reduciendo considerablemente los costos que involucran en todo el proceso productivo de la fabricación de Pallets.

1.4.2. Justificación Práctica

La empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL, con esta investigación pretende ser guía para otras empresas de similar actividad además demostrar que la aplicación de la ingeniería de métodos en este campo es posible. Como resultado de esta investigación se mejoró los tiempos de entrega y de calidad de los productos al mejor a un precio razonable que podría pagar nuestros clientes del sector minero, del sector de almacenes y de las empresas del sector agroindustrial que son la que genera el mayor ingreso y rentabilidad a la empresa.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Aplicar la ingeniería de métodos para la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera y el incremento de la productividad de la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL.

1.5.2. Objetivos Específicos

Determinar el proceso actual en la fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL.

Diseñar propuestas de mejora en el proceso de fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados E.I.R.L.

Identificar los procedimientos y costos en la aplicación de la ingeniería de métodos para la fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL.

Determinar el costo-beneficio de la aplicación de la ingeniería de métodos en la fabricación de pallets de madera utilizando como método de cálculo el retorno de la inversión (ROI) en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Respecto a la presente investigación realizada, sobre la aplicación de la ingeniería de métodos en el proceso de fabricación de pallets de madera es escasa la información disponible, sin embargo, se encontró en tesis similares con aplicaciones de herramientas de ingeniería industrial que serán útiles para el desarrollo de la investigación, que a continuación se detallan.

2.1.1. En el ámbito nacional

Adauto (2015), en su tesis *“Análisis y rediseño del método de trabajo para el incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets de una planta industrial”*. Perú, considera a través del estudio de métodos, estudio de tiempos, análisis de la distribución de planta, análisis de las maquinarias y herramientas, mejora de las condiciones de trabajo; logró incrementar la productividad del mantenimiento de pallets por turno de trabajo, reduciendo considerablemente los tiempos de mantenimiento por lotes de producción y el costo unitario de mantenimiento de pallets. Asimismo, con el estudio realizado mejoró el índice de retorno por fallas ya que como parte del estudio se establecieron los estándares de calidad de los productos terminados, logrando demostrar tangiblemente que a través del rediseño de proceso y el estudio de métodos de trabajo impactó positivamente en la productividad.

Su (2016), en su tesis *“Desarrolló como propuesta la mejora de las áreas de producción y logística con la finalidad de aumentar la rentabilidad en la empresa de parihuelas del norte S.R.L”*, Perú, su propuestas de mejora en las áreas de producción y logísticas incrementó la rentabilidad con respecto al año actual en un 120.90 % en el margen bruto y 123.22 % en el margen neto; luego de aplicar las herramientas de la ingeniería industrial pudo comprobar que pueden aplicar y resolver los problemas identificados en las áreas de producción y logística, las cuales fueron: Pronósticos de ventas, plan agregado, PMP, MRP, Kardex y Técnicas de muestreo de aceptación; La propuesta de mejora, obtuvo un VAN de S/. 788,670.20 y un TIR de 164 % indicándoles la viabilidad del proyecto.

2.1.2. En el ámbito Internacional

Carrasco (2010), en su tesis “*Creación de una empresa de pallets en el austro ecuatoriano*”, Ecuador, determinó la mejor opción en cuanto a la maquinaria para el proceso, el layout correspondiente y como este ayudará a que los costos sean los que brinden una mayor rentabilidad; el estudio financiero demuestra que el proyecto es factible y viable en términos económicos; Los resultados demostraron una Tasa Interna de Retorno con financiamiento de 23.97% y un VAN de US/. 3149990, es decir, sobre el rendimiento esperado del capital de ACOSA que es el 13.6%.

López (2016) “*Análisis integral del proceso de fabricación y ensamble de pallets en la empresa ensambles y embalajes Embalesa*”, Ecuador, hace un análisis integral del proyecto y demostró la factibilidad de mediante el Diagrama de flujo de proceso y se determinó el cuello de botella en la operación del Cepillado de Tablillas y refuerzos, como alternativa se recomendó la adquisición de una Cepilladora eléctrica y la contratación de tres operarios con un costo anual de \$17.676 para contar con una línea adicional de ensamble de pallets con la finalidad de incrementar la capacidad de producción para cubrir la demanda actual, la producción diaria es de 432 unidades de pallets y se incrementa a 624 unidades lo cual representa el 44%, aplicando el Diagrama de causa y efecto como primer punto se estableció el Layout con la distribución de planta, sugirió el anclaje de máquinas-herramientas a fin de evitar movimientos inadecuados que ocasionen daños en la maquinaria y accidentes en el personal, además de demoras en el arranque de producción. La inversión corresponde al valor de \$32.302. En conclusión, los indicadores financieros determinaron la factibilidad y viabilidad económica del proyecto debido a que presenta una tasa interna de retorno del 21,60% el valor actual neto (VAN) asciende a los \$ \$50.763 con un periodo de recuperación de la inversión de diez años. El Beneficio / Costo de \$ 1,60 por cada dólar invertido. El autor concluye que el proyecto es importante por los resultados de los cálculos presentados por los análisis financieros y los márgenes netos de utilidad que ponen de manifiesto la factibilidad económica del proyecto.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Estudio de Tiempos

Para Nievel (2009), el desarrollo de un centro de trabajo eficiente necesita el establecimiento de estándares de tiempo. Lo determinan el uso de registros históricos y procedimientos para la medición del trabajo.

Asimismo, de las técnicas de medición del trabajo, estudio de tiempos con cronometro (electrónico o mecánico), sistemas de tiempo predeterminado, datos estándar, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo permiten realizar estándares de producción justos. Las técnicas mencionadas basan en el establecimiento de estándares de tiempo permitido para ejecutar una tarea dada, con los suplementos u holguras por fatiga y por retrasos personales e inevitables.

Los estándares de tiempo debidamente realizados aumentan la eficiencia del equipo y el personal operativo, por el contrario, los estándares mal realizados, aunque es mejor no tenerlos que no tener estándares, originan costos altos, inconformidades del personal y fallas en otras áreas de la empresa.

Meyers (2009), menciona que los estudios de movimientos son antes que los tiempos por las razones siguientes:

El estudio de trabajo es de diseño y es preciso diseñar un trabajo para crear una estación de trabajo. Una de las técnicas para determinar los estándares de tiempo que comprende también el estudio de movimientos es el sistema de estándares de tiempo predeterminados (PTSS).

Realizar el estudio de métodos considerando los macromovimientos sobre los micro movimientos de una planta o de una línea de productos, como operaciones, transporte, demoras y almacenamientos. Los macromovimientos son los ahorros más significativos. Asimismo, menciona que hay cuatro técnicas que nos ayudan a estudiar el flujo general; un diagrama de flujo de procesos o producto, diagrama de flujo, hoja de operaciones y diagrama de procesos.

a. Medición del trabajo

García (2010), describe como la parte cuantitativa del estudio del trabajo, que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operador para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado. El objetivo final de la medida del trabajo es obtener el tiempo tipo estándar de la operación o procesos de estudio.

b. Técnicas de medición del trabajo

Adauto (2016), determina seis técnicas de medición de trabajo que a continuación se describe:

i. Por estimación

Se trata de cronometrar tiempos mediante la observación directa y visual de las tareas.

ii. Medición basada en datos históricos

Se utilizan registros de mediciones, y se obtiene un tiempo basado en datos históricos utilizando para ello la siguiente fórmula:

$$T = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6}$$

Dónde:

T= Tiempo histórico

To= Tiempo optimista

Tp= Tiempo pesimista

Tm= Tiempo modal

iii. Medición basada en aparatos de medida

Se utilizan en este tipo de medición cronómetros electrónicos y mecánicos especiales, que luego pueden tratarse informativamente.

iv. Medición de tiempos en tablas de datos normalizadas

Se trata de medir tiempos de trabajo en la empresa, utilizando para ello tablas creadas por la propia compañía correspondiente a situaciones típicas. Se incluyen en las tablas operaciones que son muy comunes en la organización

v. Medición de tiempos por descomposición en micro movimientos de tiempos predeterminados

En este tipo de medición se descomponen las operaciones en micro movimientos. Con posterioridad, se comparan con tablas de tiempo predeterminadas siendo las más utilizadas las QSK y MTM.

vi. Medida de tiempos por muestreo

Consiste en efectuar durante cierto tiempo un gran número de observaciones, y luego tratarlas estadísticamente

Tiempo estándar (ts)

Cruelles (2010), refiere que es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, que trabaja a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea según método establecido. Se determina sumando el tiempo asignado a cada uno de los elementos u operaciones que componen la tarea afectados por el correspondientes descanso fijo y variable.

Valoración del ritmo de trabajo

García (2010), explica que es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea. Entendemos por operador normal al operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen las estaciones de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento ,sino representativa de un término medio.

La calificación es dada por la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Calificación de la actuación

HABILIDAD			ESFUERZO		
A	Habilísimo	0.15	A	Excesivo	0.15
B	Excelente	0.10	B	Excelente	0.10
C	Bueno	0.05	C	Bueno	0.05
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
A	Buena	0.05	A	Buena	0.05
B	Media	0.00	B	Media	0.00
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05

Fuente: Libro Estudio del trabajo de Roberto García Criollo

Habilidad

Es la eficiencia a seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.

Esfuerzo

Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.

Condiciones

Son aquellas condiciones (luz, ventilación y calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación.

Consistencia

Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.

La aplicación es dada después de calcular el tiempo promedio multiplicarlo por el criterio de valoración establecido por el especialista. el producto obtenido es el tiempo normal.

Es decir $TN = TP \times \text{Valoración}$

Donde TN= Tiempo Normal

TP=Tiempo promedio

Aplicaciones de los suplementos y holguras

Nievel (2009), describe que el propósito de este punto es agregar tiempo suficiente al tiempo normal de producción para que el trabajador promedio cumpla con estándar cuando tiene un desempeño estándar. Existen dos maneras de aplicar holguras. La más común es agregar un porcentaje al tiempo normal, de modo que la holgura se base sólo en un porcentaje del tiempo productivo. También es costumbre expresar la holgura como un multiplicador, para que el tiempo normal (TN) se pueda ajustar fácilmente el tiempo estándar (TE):

$$TE = TN + TN \times \text{holgura} = TN \times (1 + \text{holgura})$$

Donde: TE= tiempo estándar

TN=tiempo normal

La holgura por fatiga está estrechamente asociada con las necesidades personales, aunque suele aplicarse sólo a las partes de esfuerzo del estudio. La fatiga no es homogénea en ningún sentido. Puede ser desde estrictamente física hasta puramente psicológica o una combinación de ambas. El resultado es una disminución del deseo de trabajar. Los factores más importantes que afectan la fatiga incluyen las condiciones de trabajo , especialmente el ruido ,el calor y la humedad; la naturaleza del trabajo ,como la postura, el esfuerzo muscular y el tedio; y la salud general del trabajador. Como la fatiga no puede eliminarse deben asignarse las holguras adecuadas para las condiciones de trabajo y las tareas repetitivas.

Se han hecho muchos intentos de medir esta fatiga a través de diferentes medios físicos, químicos y fisiológicos, pero hasta el momento ninguno ha tenido éxito completo. La oficina internacional del trabajo de Estados Unidos (ILO, Internacional Labour Office, 1957), ha tabulado el efecto de diversas condiciones de trabajo para llegar a factores de suplemento u holgura adecuados. Estos factores incluyen parado contra sentado, posiciones anormales, uso de fuerza, iluminación, condiciones atmosféricas ,atención requerida en el trabajo ,nivel de ruido, tensión mental, monotonía y tedio.

Tabla nro. 2.2 Holguras recomendadas por ILO

A. SUPLEMENTOS CONSTANTES		
1. Suplemento personal	.....	5
2. Suplemento por fatiga básica	.....	4
B. SUPLEMENTOS VARIABLES		
1. Suplemento por estar de parado	.....	2
2. Suplemento por posición anormal:		
a. Un poco incómoda	.....	0
b. Incómoda (agachado)	.....	2
c. Muy incómoda (tendido, estirado)	.....	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar)		
Peso levantado en kilos:		
2.50	.....	0
5.00	.....	1
7.50	.....	2
10.00	.....	3
12.50	.....	4
15.00	.....	5
17.50	.....	7
20.00	.....	9
22.50	.....	11
25.00	.....	13
30.00	.....	17
35.50	.....	22
4. Mala iluminación		
a. Un poco debajo de lo recomendado	.....	0
b. Bastante menor que la recomendada	.....	2
c. Muy inadecuada	.....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	.....	Entre 0 y 5
6. Atención requerida		
a. Trabajo bastante fino	.....	0
b. Trabajo fino o preciso	.....	2
c. Trabajo muy fino y muy preciso	.....	5
7. Nivel de ruido		
a. Continuo	.....	0
b. Intermitente - fuerte	.....	2
c. Intermitente - muy fuerte	.....	5
8. Esfuerzo mental		
a. Proceso bastante complejo	.....	1
b. Espacio de atención compleja o amplia	.....	4
c. Muy complejo	.....	8
9. Monotonía		
a. Bajo	.....	0
b. Medio	.....	1
c. Alto	.....	4
10. Tedio		
a. Trabajo algo tedioso	.....	0
b. Trabajo aburrido	.....	2
c. Trabajo muy tedioso	.....	5

Fuente: Ingeniería Industrial

Elaborado: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Estudio de tiempos con cronómetro

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base a un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Pasos básicos para su realización:

Consta de varias fases, a saber:

I. Preparación

- Selección de la operación.
- Selección del trabajador.
- Actitud frente al trabajador.
- Análisis de comprobación del método de trabajo.

II. Ejecución

- Obtener y registrar información.
- Descomponer la tarea en elementos
- Cronometrar.
- Calcular el tiempo observado.

III. Valoración

- Ritmo normal del trabajador promedio.
- Técnicas de valoración.
- Cálculo del tiempo base o valorado.

IV. Suplementos

- Análisis de demoras.
- Estudio de fatiga.
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias.

V. Tiempo estándar

Error de tiempo estándar.

Cálculo de frecuencia de los elementos.

Determinación de tiempos de interferencia.

Cálculo de tiempo estándar.

Medición del tiempo

Los aparatos empleados para medir el tiempo son los cronómetros, aparatos movidos regularmente por un mecanismo de relojería que puede ponerse en marcha o detenerse a voluntad del operador.

Método de lectura con retroceso a cero

Este método consiste en oprimir y soltar inmediatamente la corona de un reloj de “un golpe” cuando termina cada elemento, con lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato su marcha. La lectura se hace en el mismo momento en que se oprime la corona.

Método continuo de lectura de reloj

Cuando se emplea este método, una vez que el reloj se pone en marcha permanece en funcionamiento durante todo el estudio, la lectura se hace de manera progresiva y sólo se detendrá una vez que el estudio haya concluido. El tiempo para cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura inmediata siguiente.

Observaciones necesarias para calcular el tiempo normal

En gran medida, la extensión del estudio de tiempos depende de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de operación se determina mediante los siguientes procedimientos:

2.2.2. Diagrama del proceso de operación

Para García (2010), es la imagen de los puntos en la que los materiales forman parte del proceso tomando en cuenta el orden de las inspecciones y de todas las operaciones, exceptuando aquellas que forman parte de la manipulación de materiales; opcionalmente puede comprender cualquier otra información que se considere pertinente para el análisis; como, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

Se detalla las acciones que tiene lugar durante un proceso.

Figura nro. 2-1 . Representación gráfica de los procesos

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación	○	Se produce o efectúa algo.
Transporte	➔	Se cambia de lugar o se mueve.
Inspección	□	Se verifica calidad o cantidad.
Demora	D	Se interfiere o retrasa el paso siguiente.
Almacenaje	▽	Se guarda o protege.

Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaborado: Dirección general

2.2.3. Productividad

Para Gutierrez (2010), la productividad está relacionado con los resultados que derivan y se obtienen de un proceso o sistema, y así suben para incrementar la productividad para la obtención y es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. La productividad es el cociente formado por los resultados logrados y los recursos utilizados. Los resultados medirse en unidades, en piezas vendidas o en utilidades.

Beltrán (2009), define como la relación entre lo producido y lo consumido. Cuantitativamente, es la razón entre la cantidad producida y la cantidad de recursos empleados en dicha producción. Lo describe con mayor precisión de la siguiente forma.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos consumidos}} = \frac{\text{Producción}}{\text{N}^\circ \text{operarios} \times \text{Horas trabajadas} \times \text{Días trabajados}}$$

2.2.4. Clasificación y empleo de Pallets

Se puede clasificar de distintas formas

a. Por sus dimensiones: (existen multitud de variantes. Sólo nombramos los más usados)

1. Pallet EAN

Esta normalizado en cuanto carga resistencia. De dimensiones perimétricas de 1000mm x 1200 mm. En el Perú Las normas técnicas peruanas (NTP) lo han acogido y actualmente es administrado por INACAL que es una entidad adscrita al ministerio de la producción.

Figura nro. 2-2 Pallet EAN



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

2. Pallet Europeo

Llamado también Europallet, normalizado en cuanto a resistencia y dimensiones. Sus dimensiones son: 800 x 1200 y tienen un lado cerrado, accesible con máquinas de horquilla libre y otro abierto accesible por todo tipo de máquinas. Resiste una carga máxima de 1000 kg.

Figura nro. 2-3 Europallet



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

b. Por su base los podemos clasificar en:

- 1. Pallet de dos entradas reversible** (soporta las cargas por ambos lados)

Figura nro.2-4 Pallet de doble entrada



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

2.2.5. Generalidades de la madera a emplearse

En la investigación de Valdivia & Sotelo” *Posibilidades de Uso de la madera Rolliza de Bolaina Blanca(Guazuma crinita Mart) como Material estructural en construcciones de Madera. Revista Forestal del Perú*”, Perú.

De acuerdo a lo analizado en esta información concluyo que describe La madera bolaina blanca es utilizada en construcción ya que es resistente a la flexión en vigas a la compresión en paralela en columnas cortas y al corte paralelo en probetas de cizallamiento.

En la investigación de Reyes C “*La madera Bolaina sus características para el empleo*”,Perú, relata que es una especie de rápido crecimiento que se desarrolla en bosques secundarios o áreas que fueron completamente taladas, posee una gran adaptabilidad, buen crecimiento ,buenas características de fuste ,así como la ausencia de problemas de tipo sanitario, constituyéndose de esta manera en una de las especies más prometedoras para su reforestación.

2.2.6. Reglamentación fitosanitaria

NIMF-15 (Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias), de la IPPC (The International Plant Protection Convention, organismo perteneciente a la ONU, es la única entidad que regula y autoriza esta norma a nivel internacional), entró en vigor en el 2004 y se aplica a pallets y embalajes de madera para exportación. Exige dos requisitos imprescindibles: un certificado de origen del pallet y otro del tipo de tratamiento aplicado para su desinfección. Para cumplir con el segundo se permiten dos tratamientos: Tratamiento térmico y fumigación con bromuro de metilo. El térmico, es un tratamiento permanente, mientras que el bromuro de metilo debe ser renovado cada dos meses. * El Protocolo de Montreal, firmado por multitud de países, promueve abandonar la utilización de tratamiento químico con bromuro de metilo a partir de 2005. La NIMF-15 trata de evitar la entrada de plagas, insectos o parásitos que pueda contener la madera procedente de otros países.

En el Perú, según el concepto del ingeniero Milagros Dávila del Río, de Comercio-Industria de EAN, la Norma Técnica Peruana 350.200-2001 es la que reglamenta la estiba estándar a utilizar en ese país. Las especificaciones técnicas de ésta paleta, muy similares a las de

las pallets vigentes en el resto de la CAN, son: Estiba de madera intercambiable, no reversible, de cuatro entradas, no perimetral; la cual debe ser fabricada usando especies forestales de bosques nativos, a razón de una misma variedad de madera por estiba.

2.2.7. Diagrama de causa Efecto

Para Gutiérrez (2010), es una herramienta de especial utilidad y es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas. Señala todas las posibles causas como se relacionan entre si.

Besterfield (2009), describe un diagrama causa efecto a una figura formada por líneas y símbolos cuyo objetivo es representar una relación significativa entre un efecto y sus causas. Fue creado por Kauro Ishikawa en 1943, y también se le conoce como diagrama de Ishikawa.

El diagrama causa y efecto se investigan los efectos “malos” y se emprenden acciones para corregir las causas, o los “buenos” y se aprende cuáles son las responsables. Para cada efecto, es probable que haya numerosas causas.

El diagrama de causa y efecto tienen aplicaciones casi ilimitadas en investigación, manufactura, ventas, operaciones de oficina, etc. Los diagramas son útiles para:

- Analizar las condiciones reales, con el objetivo de mejorar la calidad del producto o servicio, utilizar los recursos con más eficiencia y reducir los costos.
- Eliminar las condiciones que causan productos o servicios no conformes y quejas de clientes.
- Estandarizar las operaciones existentes y propuestas.
- Educar y adiestrar al personal en la toma de decisiones y las actividades de acción correctiva.

2.2.8. Diagrama de Pareto

Besterfield (2009), describe a Pareto (1848-1923) como aquel que estudió extensamente la distribución de la riqueza en Europa. Encontró que había pocas personas con mucho dinero y muchas personas con poco dinero.

Un diagrama de Pareto es una gráfica que clasifica los datos en orden descendente, de izquierda a derecha, también contienen una línea acumulativa, que representa la suma de datos, al sumarlos de izquierda a derecha. La izquierda es frecuencia y la de la derecha es porcentaje.

Los diagramas de Pareto se usan para identificar los problemas más importantes en general, el 80 % del total se debe al 20 % de los elementos.

2.2.9. Rendimiento sobre inversión

Meyers (2010) sostiene que para calcular para justificar los gastos, deben calcularse los ahorros. Esto se conoce como rendimiento sobre la inversión, la relación resultante indica la conveniencia del proyecto. La relación se conoce como el rendimiento sobre la inversión, o ROI (por sus siglas en inglés). Para tener un método uniforme de evaluar el ROI se toman los ahorros anuales; por tanto todos los porcentajes son anuales.

Método anterior- Método nuevo = Ahorro

Luego: $ROI = \text{Ahorro} / \text{Inversión (costo)}$

Por último, para obtener el tiempo de recuperación:

Tiempo de recuperación (años) = $1 / ROI$

Cabe señalar que el cálculo de reducción de costos no tiene en cuenta:

Impuestos

Depreciación

Valor en el tiempo el dinero

Maquinaria excedente a cambio

Valor del desperdicio

2.3. Definición de términos básicos

Pallet

Es una plataforma generalmente de madera, que permite el agrupamiento de mercancías sobre ella, constituyendo una unidad de carga. En el Perú toma el nombre de también de parihuelas de madera, en otros países lo llaman tarimas o plataformas.

ISO (Organización Internacional de Normalización)

Originalmente en inglés: International Organization for Standardization, conocida por las siglas ISO) es una organización para la creación de estándares internacionales compuesta por diversas organizaciones nacionales de estandarización.

Posturas de trabajo (owas)

El método OWAS se basa en una clasificación simple y sistemática de las posturas de trabajo, combinado con observaciones sobre las tareas. Consiste en observar y calificar cada una de las diferentes posturas adoptadas por el individuo en su trabajo.

Técnica del Interrogatorio Sistemático (TIS)

Es el método de efectuar el examen crítico y detallado que lleva a llevar a hacerse varias preguntas que busca eliminar, combinar, redistribuir y simplificar las tareas, a través de la formulación de preguntas para identificar las oportunidades para mejorar el método actual.

Pie Tablar (PT)

Es una medida inglesa, y su uso es para madera aserrada. Esta unidad representa una tabla con dimensiones de 1 pulgada de alto, por un pie de ancho, por un pie de largo, que equivaldría a 0,002359 m, o 1 m equivaldría a 427,77 PT. (Ver anexo. 5)

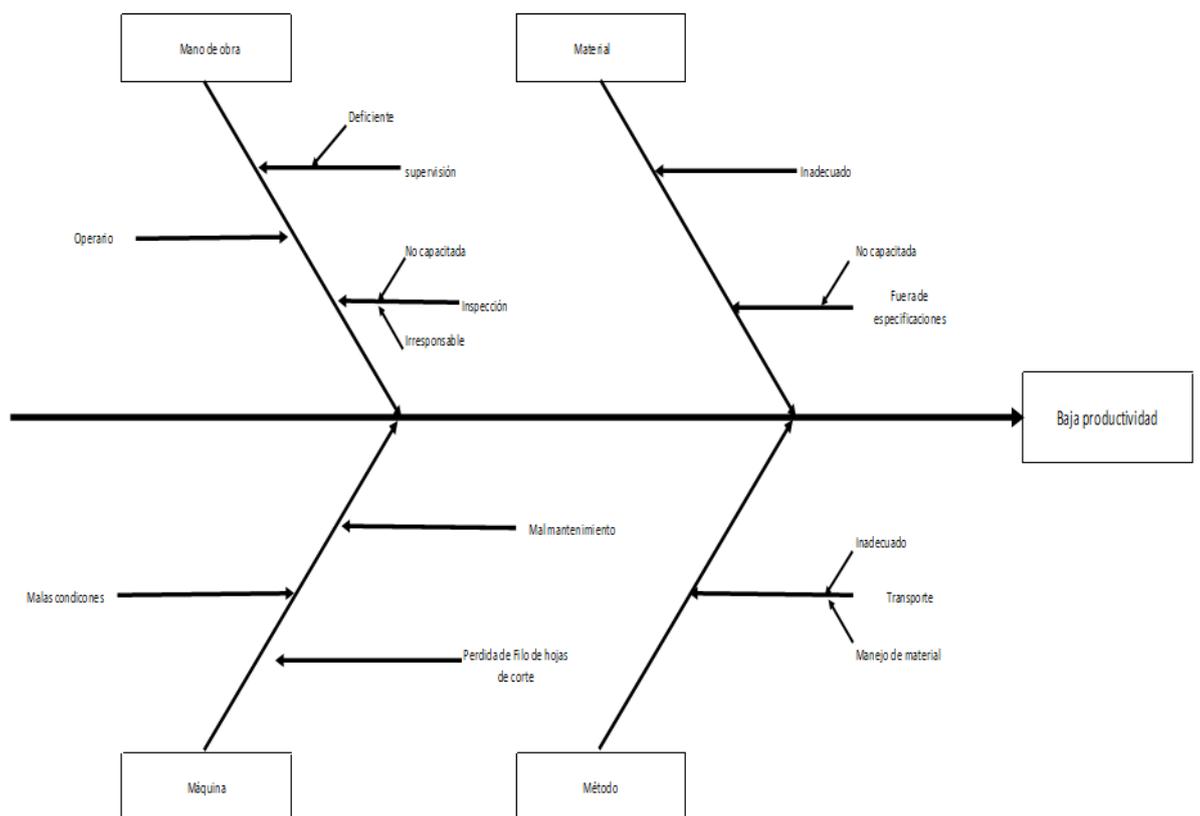
CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Descripción de la situación actual

- **Aplicación del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de la baja productividad**

Para identificar la razón de la baja productividad se utilizó como herramienta de análisis el diagrama de Ishikawa, el efecto esta dado por la baja productividad y está relacionado a las causas principales como son la mano de obra, el material es decir la especie de madera que se está utilizando, las máquinas que intervienen en el procesos de producción de los pallets por último el métodos que se apoya para realizar los procesos.

Figura nro. 3-1 Causas de la baja productividad



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

- **Aplicación del diagrama de Pareto para identificar las causas más frecuentes de la baja productividad**

Identificado las causas de la baja productividad, se requirió conocer al detalle cual era de mayor incidencia o la que se presentaba con mayor regularidad, se clasificó en términos porcentuales. Siendo que el proceso de corte lento y las características del material con alta dureza representan más del 80 % de los problemas de la baja productividad.

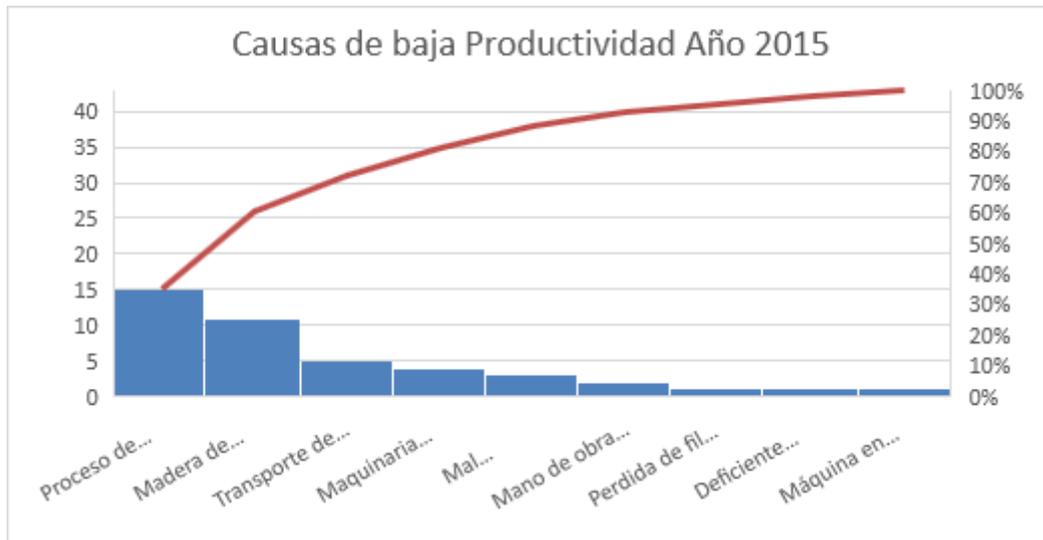
Tabla nro. 3-1. Incidencias de la baja productividad año 2015.

Descripción de incidencia	NºIncidencias	Acumulado
Proceso de corte lento	15	34.88%
Madera de dureza alta	11	60.47%
Transporte de madera	5	72.09%
Maquinaria inadecuada	4	81.40%
Mal mantenimiento de máquinas	3	88.37%
Mano de obra poco capacitada	2	93.02%
Perdida de filo de hoja de corte corto tiempo	1	95.35%
Deficiente supervisión	1	97.67%
Máquina en malas condiciones	1	100.00%

Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

Figura nro. 3-2 Diagrama de Pareto para la mayores incidencias sobre la baja productividad durante el año 2015



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

- **Indicé de productividad de la empresa en estudio año 2015**

De acuerdo a lo descrito en las bases teóricas en el punto 2.2.3, se utilizará la fórmula de productividad dado por Beltrán (2009).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos consumidos}} = \frac{\text{Producción}}{\text{N}^\circ \text{operarios} \times \text{Horas trabajadas} \times \text{Días trabajados}}$$

Los valores numéricos estarán dados por uno de nuestros principales clientes.

Tabla nro. 3-2. Índice de productividad de la empresa en estudio año 2015.

CONCEPTO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	PROM
Producción Mensual para Cliente	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
Horas empleadas por turno	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
N trabajadores Empleados	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Días empleados	8	8	8	9	10	9	10	8	9	10	9	9	
Índice de Productividad Pallet Hora Hombre	1.04	1.04	1.04	0.93	0.83	0.93	0.83	1.04	0.93	0.83	0.93	0.93	0.94

Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.1.1. Situación actual del almacén de materia prima

El almacén de materia prima es apilado una tras de otra generando que al contacto de la superficie por la pérdida de agua genera moho causando la pudrición de la madera lo que esta generando problemas de calidad.

Figura nro. 3-3 Almacenamiento de maderas antes de las mejoras

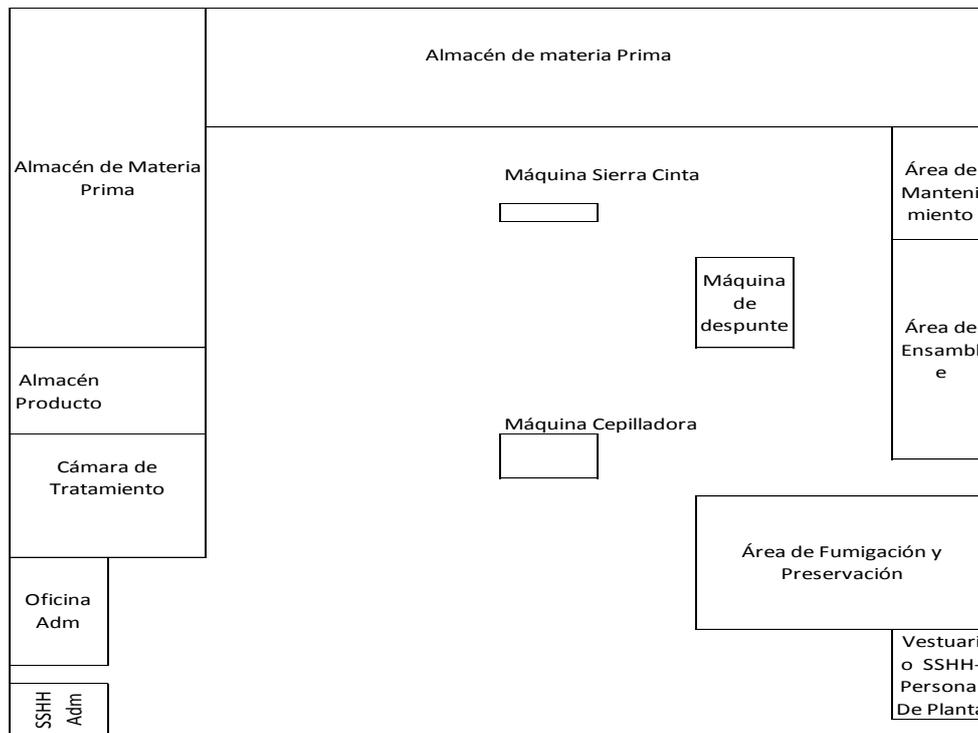


Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.1.2. Distribución de planta actual

Figura nro. 3-4 Distribución de Planta



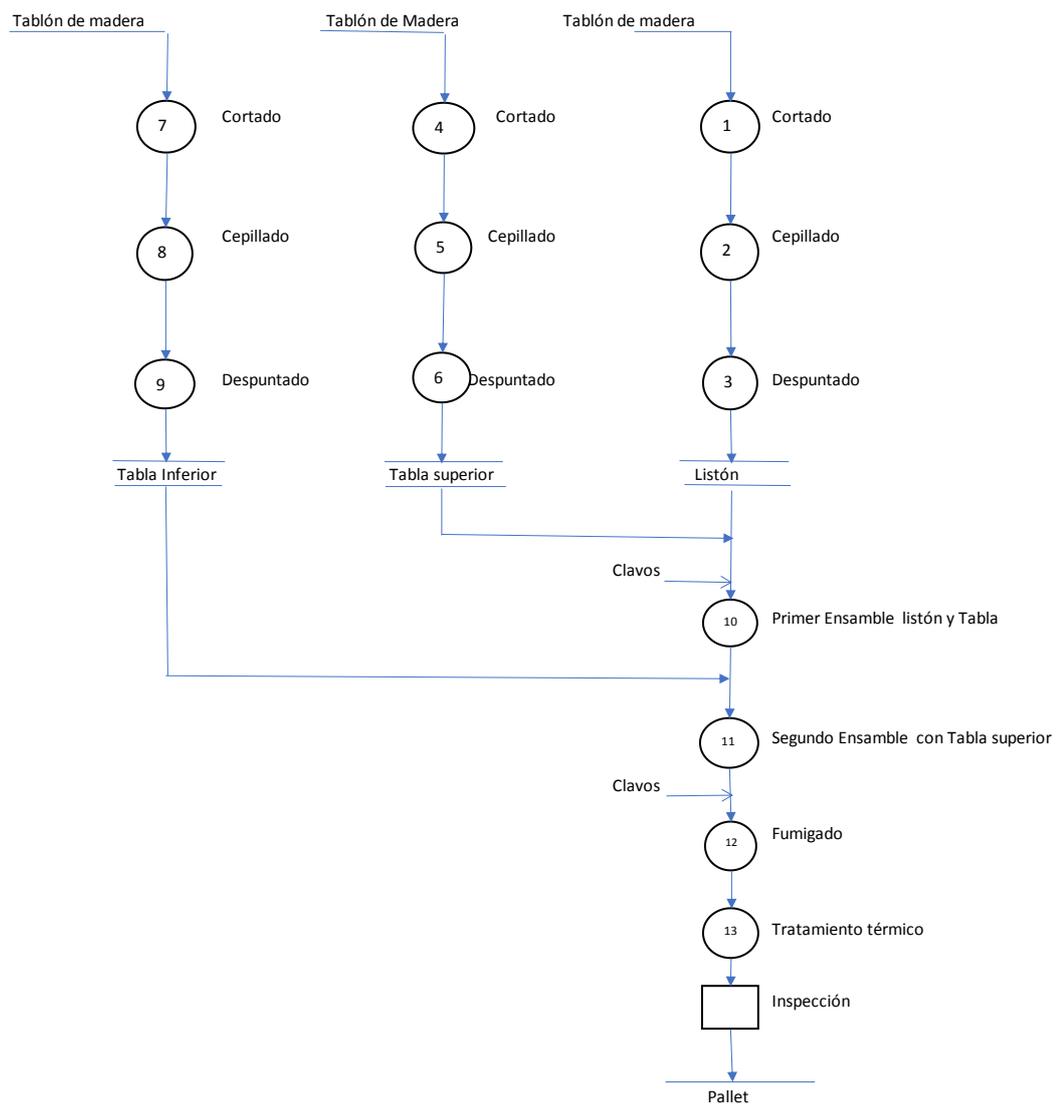
Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de producción

3.1.3. Diagrama de operaciones de proceso actual

Para la fabricación de pallets según requerimiento del cliente consta de los procesos siguientes:

Figura nro. 3-5 Diagrama de operaciones de proceso actual

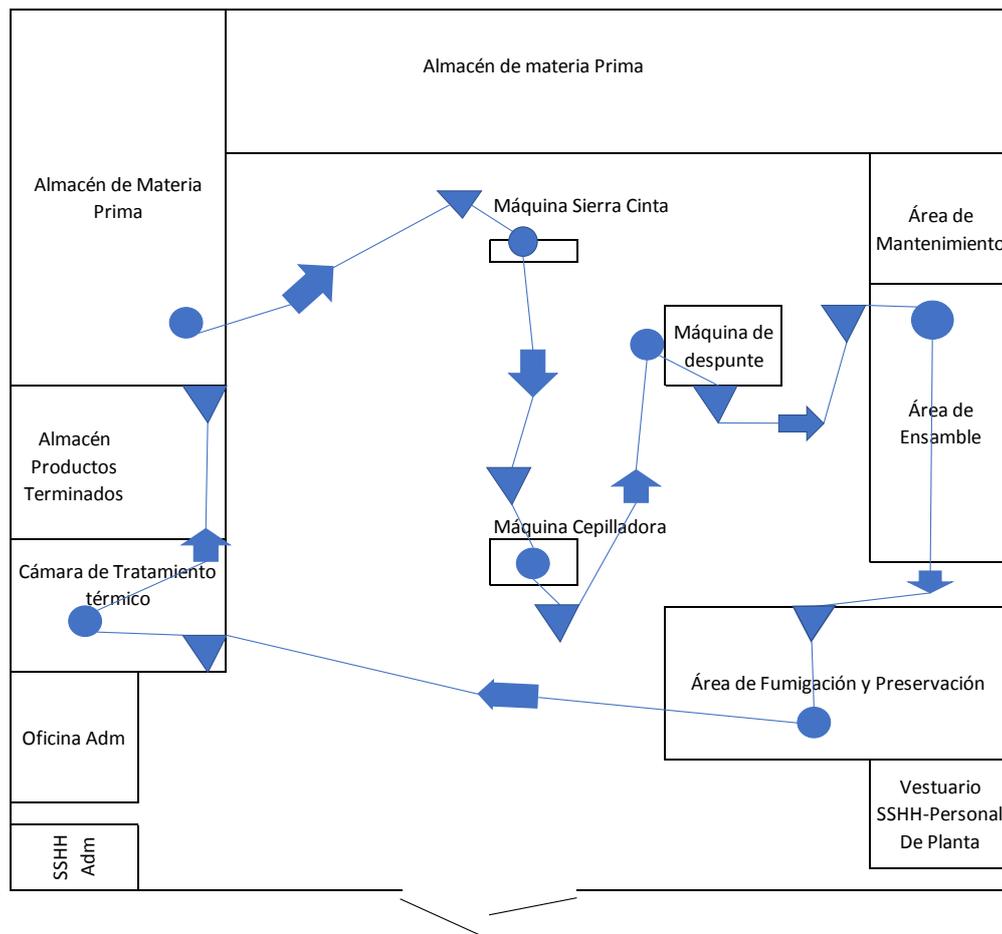


Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Área de Producción

3.1.4. Diagrama de recorrido actual

Figura nro. 3-6 Diagrama de recorrido actual



Fuente: Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Area de producción

3.1.5. Diagrama de actividades de los procesos

a. Diagrama de actividad de Selección de madera

Tabla nro. 3-3. DAP del proceso de selección de la madera

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>		PROPUESTO <input type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>				
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 de 1	RESUMEN				
OBJETO:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
	OPERACIÓN		5					
	TRANSPORTE		4					
	ESPERA		0					
	INSPECCIÓN		1					
	ALMACENAMIENTO		3					
	DISTANCIA(metros)		38					
	Tiempo (Horas Hombre)		173					
LUGAR:	COSTO POR OBJETO							
	MANO DE OBRA							
	MATERIAL							
OPERARIOS:	TOTAL							
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo			OBSERVACIONES	
				○	→	◻	▽	
Verificar medida en área de almacen	5880		14					
Seleccionar madera para Listones en medidas adecuadas	5880		21					Actividad con tres operarios a la vez
Seleccionar madera para Tablas de espesor de 21 mm en medidas adecuadas	5880		23					Actividad con tres operarios a la vez
Seleccionar madera para Tablas de espesor de 15mm en medidas adecuadas	5880		22					Actividad con tres operarios a la vez
Anotar medidas seleccionadas	5880		17					
Cubicar medidas Seleccionadas	5880		19					
Devolver a lote original maderas que no utilizarán.	5880	2	12					
Trasladar a área de corte lote de madera para corte en listones	5880	12	14					
Trasladar a área de corte lote de madera para corte Tablas de 21 mm	5880	12	14					
Trasladar a área de corte lote de madera para corte de Tablas de 15 mm	5880	12	17					
TOTAL		38	173	5	4	0	1	3

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

b. Diagrama de actividad de habilitación de listones

Tabla nro. 3-4. DAP del proceso de habilitación de corte de listones

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>		PROPUESTO <input type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>					
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 DE 1	RESUMEN					
OBJETO:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
Habilitación de listones	OPERACIÓN			5					
	TRANSPORTE			3					
	ESPERA			0					
ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			2					
	ALMACENAMIENTO			1					
Habilitación de Listones	DISTANCIA(metros)			18					
	Tiempo (Horas Hombre)			298					
LUGAR:	COSTO POR OBJETO								
Sección de corte	MANO DE OBRA								
	MATERIAL								
OPERARIOS:		TOTAL							
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo					OBSERVACIONES
				○	⇒	D	□	▽	
Verificar cantidad a cortar	5880		3.00						
Encender maquina	5880		0.50	●					
Calibrar maquina	5880		0.50	●					
Realizar el corte a 95mm	5880		60.00	●					
Trasladar área de corte	5880	3	30.00	●	●				
Realizar el corte de 45mm	5880		121.00	●					
Almacenar en area de Cepillo	5880		30.00				●		
inpeccionar listones	5880		16.00				●		
Retirar listones defectuosos	5880		13.00	●					
Trasladar merma a zona residuos	5880	12	20.00	●	●				
Trasladar a zona de cepillo	5880	3	4.00	●					
TOTAL		18	298.00	5	3	0	2	1	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

C. Diagrama de actividad de habilitación de tablas parte superior

Tabla nro. 3-5. DAP del proceso de habilitación de tablas parte superior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>							
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	DE	1	RESUMEN			
OBJETO:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
	OPERACIÓN			5					
	TRANSPORTE			4					
	ESPERA			0					
ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			2					
	ALMACENAMIENTO			0					
Habilitación de Tablas parte superior	DISTANCIA(metros)			21					
	Tiempo (Horas Hombre)			597					
LUGAR:	COSTO POR OBJETO								
	MANO DE OBRA								
	MATERIAL								
OPERARIOS:	TOTAL								
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	○	⇒	▷	□	▽	OBSERVACIONES
Verificar cantidad a cortar	5880		3.00						
Calibrar maquina	5880		0.50	●					
Realizar el corte de 95mm Respectivo	5880		112.00	●					
Trasladar a area de corte para segundo corte	5880	3.00	35.00	●					
Calibrar maquina	5880		0.50	●					
Realizar segundo corte de 21mm	5880		185.00	●					
Almacenar en area de Cepillo	5880	3.00	85.00	●					
inpeccionar Tablas	5880		15.00				●		
Retirar listones defectuosos	5880		23.00	●					
trasladar merma a zona residuos	5880	12.00	53.00	●					
Trasladar a zona de cepillo	5880	3.00	85.00	●					
TOTAL		21	597	5	4	0	2	0	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

d. Diagrama de actividad de habilitación de tablas parte inferior

Tabla nro. 3-6. DAP del proceso de habilitación de tablas parte inferior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>		PROPUESTO <input type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>					
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 DE 1	RESUMEN					
OBJETO:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
		OPERACIÓN		5					
		TRANSPORTE		3					
		ESPERA		0					
ACTIVIDAD		INSPECCIÓN		2					
		ALMACENAMIENTO		1					
Habilitación de Tablas parte inferior		DISTANCIA(metros)		18					
		Tiempo (Horas Hombre)		293.00					
LUGAR:		COSTO POR OBJETO							
Sección de corte		MANO DE OBRA							
		MATERIAL							
OPERARIOS:		TOTAL							
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo					OBSERVACIONES
Verificar cantidad a cortar	5880		3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Calibrar maquina	5880		0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Realizar el corte de 95mm Respectivo	5880		56.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Trasladar a area de corte para segundo corte	5880	3	17.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Calibrar maquina	5880		0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Realizar segundo corte de 16mm	5880		61.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Almacenar en area de Cepillo	5880		32.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Inspeccionar Tablas	5880		15.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Retirar listones defectuosos	5880		25.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
trasladar merma a zona residuos	5880	12	52.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Trasladar a zona de cepillo	5880	3	31.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TOTAL		18	293.00	5	3	0	2	1	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

e. Diagrama de actividad de cepillado de listón

Tabla nro. 3-7. DAP del proceso de cepillado de listón

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>		PROPUESTO <input type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>					
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 DE 1	RESUMEN					
OBJETO:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
ACTIVIDAD	OPERACIÓN			7					
	TRANSPORTE			3					
	ESPERA			0					
	INSPECCIÓN			1					
	ALMACENAMIENTO			2					
Cepillado Listón	DISTANCIA(metros)			16					
	Tiempo (Horas Hombre)			269					
LUGAR:	COSTO POR OBJETO								
Sección de corte	MANO DE OBRA								
	MATERIAL								
OPERARIOS:		TOTAL							
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo					OBSERVACIONES
Calibrar maquina Cepilladora a 47mm	5880		0.50	●					
Realizar cepillo de 47mm	5880		51.00	●					
Trasladar a area 2 de Cepillo	5880	3	17.00	●	→				
Calibrar maquina a 46mm	5880		0.50	●					
Realizar segundo cepillo a de 46mm	5880		58.00	●					
Trasladar a area 2 de Cepillo	5880	3	17.00	●	→				
Calibrar maquina a 83mm	5880		0.50	●					
Realizar tercer cepillo a de 96mm	5880		53.00	●					
Almacenar en area de Cepillo	5880		15.00	●				□	
Inpeccionar Tablas	5880		9.00	●				▽	
Retirar listones defectuosos	5880		11.50	●					
Trasladar merma a zona residuos	5880		14.00	●					
Trasladar a zona de despunte	5880	10	22.00	●	→				
TOTAL		16	269	7	3	0	1	2	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

f. Diagrama de actividad de cepillado de tabla parte superior

Tabla nro. 3-8. DAP del proceso de tabla parte superior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>			OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>						
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	RESUMEN					
OBJETO:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
	OPERACIÓN			3					
	TRANSPORTE			2					
	ESPERA			0					
ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			1					
	ALMACENAMIENTO			0					
Cepillado una cara Tabla parte superior				DISTANCIA(metros)		22			
				Tiempo (Horas Hombre)		374			
LUGAR:	COSTO POR OBJETO								
Sección de corte				MANO DE OBRA					
				MATERIAL					
OPERARIOS:			TOTAL						
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	○	→	□	▽	OBSERVACIONES	
Calibrar maquina Cepilladora a 21mm	5880		0.5	●					
Realizar cepillo de 21mm	5880		285	●					
inpeccionar Tablas	5880		11			●			
Retirar listones defectuosos	5880		14	●					
trasladar merma a zona residuos	5880	12	25.5	●					
Trasladar a zona de despunte	5880	10	38	●					
TOTAL		22	374	3	2	0	1	0	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

g. Diagrama de actividad del cepillado de tabla parte inferior

Tabla nro. 3-9. DAP del proceso de cepillado de tabla parte inferior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>			OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>						
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 DE 1	RESUMEN					
OBJETO:			ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
			OPERACIÓN		3				
			TRANSPORTE		2				
			ESPERA		0				
			INSPECCIÓN		1				
			ALMACENAMIENTO		0				
ACTIVIDAD			Cepillado una caraTabla Inferior		DISTANCIA(metros)		22		
					Tiempo (Horas Hombre)		47		
LUGAR:			COSTO POR OBJETO						
Sección de corte			MANO DE OBRA						
			MATERIAL						
OPERARIOS:			TOTAL						
DESCRIPCIÓN		Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo				OBSERVACIONES
					○	→	□	▽	
Calibrar maquina Cepilladora a 16mm		5880		0.5	●				
Realizar cepillo de 16mm		5880		29	●				
Inspeccionar Tablas		5880		8	●				
Retirar listones defectuosos		5880		1	●				
trasladar merma a zona residuos		5880	12	2	●				
Trasladar a zona de despunte		5880	10	6.5	●				
TOTAL			22	47	3	2	0	1	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

i. Diagrama de actividad de corte de longitud de tablas parte superior

Tabla nro. 3-11 DAP del proceso de corte de longitud de tablas parte superior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>						
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 DE 1	RESUMEN				
OBJETO:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
	OPERACIÓN			5				
	TRANSPORTE			2				
	ESPERA			0				
ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			1				
	ALMACENAMIENTO			1				
Corte de Longitud de tablas	DISTANCIA(metros)			17				
	Tiempo (Horas Hombre)			266				
LUGAR:	COSTO POR OBJETO							
	MANO DE OBRA							
	MATERIAL							
OPERARIOS:	TOTAL							
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo			OBSERVACIONES	
Calibrar maquina Despuntadora	5880		0.50	○	⇒	▷		
Realizar despunte inicial extremo defectuoso	5880		71.00	○				
Voltear extremo	5880		24.50	○				
Realizar despunte a 1120mm	5880		53.00	○				
Almacenar temporal 4	5880		64.00	○				
Inspeccionar Tablas	5880		8.00	□				
Retirar listones defectuosos	5880		17.00	▽				
trasladar merma a zona residuos	5880	12	12.00	○				
Trasladar a zona de Ensamble	5880	5	16.00	○				
TOTAL		17	266.00	5	2	0	1	1

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

j. Diagrama de actividad de corte de longitud de tablas parte inferior

Tabla nro. 3-12. DAP del proceso de longitud de tablas parte inferior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO						
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>				
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	DE	1	RESUMEN
OBJETO:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA	
	OPERACIÓN		6			
	TRANSPORTE		1			
	ESPERA		0			
	INSPECCIÓN		0			
	ALMACENAMIENTO		2			
ACTIVIDAD	Corte de longitud de tablas parte inferior		DISTANCIA(metros)	5		
			Tiempo (Horas Hombre)	72		
LUGAR:	Sección de corte		COSTO POR OBJETO			
			MANO DE OBRA			
			MATERIAL			
OPERARIOS:	TOTAL					
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo		OBSERVACIONES
Calibrar maquina Despuntadora	5880		0.50	○	→	
Realizar despunte inicial extremo defectuoso	5880		14.00	○	→	
Voltear extremo	5880		0.50	○	→	
Realizar despunte a 1120mm	5880		13.00	○	→	
Almacenar temporal 4	5880		7.00	□		
Inspeccionar Tablas	5880		9.00	▽		
Retirar listones defectuosos	5880		7.00	○	→	
trasladar merma a zona residuos	5880		12.00	○	→	
Trasladar a zona de Ensamble	5880	5	9.00	○	→	
TOTAL		5	72.00	6	1	0

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

k. Diagrama de actividad de ensamble de partes

Tabla nro. 3-13. DAP del proceso de ensamble de partes

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>		PROPUESTO <input type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>			MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>	MAQUINARIA <input type="checkbox"/>
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 DE 1	RESUMEN				
OBJETO:				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA	
				OPERACIÓN	3			
				TRANSPORTE	1			
				ESPERA	0			
ACTIVIDAD				INSPECCIÓN	0			
				ALMACENAMIENTO	0			
Ensamble de partes				DISTANCIA(metros)	7			
				Tiempo (Horas Hombre)	478			
LUGAR:				COSTO POR OBJETO				
				MANO DE OBRA				
Area de Ensamble				MATERIAL				
OPERARIOS:				TOTAL				
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	○	→	□	▽	OBSERVACIONES
Cargar aire maquina compresora a 150 PSI	5880		5	●				
Clavar Tabla superior y Liston	5880		272	●				
Clavar Tabla inferior al anterior unión	5880		162	●				
Trasladar Pallet a Zona de almacen Temporal 5	5880	7	39	●				
TOTAL		7	478	3	1			

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.2. Propuestas de mejora para el proceso de fabricación de Pallets de madera

3.2.1. Propuesta de mejora según especie de madera

Se observó que los procesos de corte actual con diferentes especies de madera generan demoras y cambios continuos de las hojas de corte. Para mejorar los tiempos de operaciones de corte se optó por la especie de madera cuya denominación común es Bolaina blanca como nombre científico es el Guazuma crinita Martius. Las características anatómicas microscópicas y físicas son la siguientes:

Tabla nro. 3-15 Características de madera Bolaina

Características	Valores
Densidad de la madera	0,41
Nº de poros/mm ²	2 a7
Altura promedio de radios	638-680
Longitud promedio de fibras	484-830
Diámetro promedio de fibras	18
Espesor de la pared de fibras	3

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.2.2. Propuesta de mejora en el almacenamiento de la madera

Apilamiento de tablonces de madera dejando espacio entre tablón y tablón.

Figura nro.3-7. Apilamiento de tablonces de madera



Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.2.3. Propuesta de mejora con apoyo de maquinaria

a. Insertar en el ciclo de operaciones una maquina circular para los cortes rectos

Se incluirá dentro del ciclo productivo de fabricación de pallets a la máquina circular que es complementaria a la maquina sierra cinta, y que realizara el segundo corte y el cepillado a la vez. correspondiente para el habilitado de los listones de 45 mm de espesor y en el caso de las tablas tanto para el habilitado de 95mm y los espesores de 21mm y de 16mm.

b. Adquisición de una maquina clavadora

Para acelerar la producción se estableció la urgencia de contar con una máquina clavadora que sumado a la que esta operativa legara a menores tiempos de producción. La ficha técnica figura en el anexo.

Figura nro. 3-8. Maquina Clavadora



Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.2.4. TIS aplicado a la actividad de fabricación de pallets

a. Propósito

¿Qué se Hace?

Trasladar el pallet de madera terminado al camión respectivo.

¿Por qué se Hace?

Se hace para entregar al cliente el pedido requerido.

¿Qué otra cosa podría hacerse?

Trasladar el pallet de madera en carretillas hidráulicas.

b. Lugar

¿Dónde se hace?

En el área de ensamble de la Maderera.

¿Por qué se hace allí?

Es el lugar donde se tiene asignado a la producción de Pallets.

¿En que otro lugar podría hacerse?

En el área de acabados.

¿Dónde debería hacerse?

Siempre debería hacerse en el área de ensamble.

c. Sucesión

¿Cuándo se hace?

Cada cierto tiempo se hace esta acción.

¿Por qué se hace entonces?

Se hace para producir pallets

¿Cuándo podría hacerse?

Cuando se requiera producir.

¿Qué debería hacerse?

d. Persona

¿Quién lo hace?

El obrero.

¿Por qué lo hace esa persona?

Es el más calificado para cargar el pallet.

¿Qué otra persona podría hacerlo?

El ayudante de los cortes de madera primario.

¿Quién debería hacerlo?

El obrero calificado por que se requiere buena constitución Física.

e. Medios

¿Cómo lo hace?

Un pallet por obrero.

¿Por qué se hace de ese modo?

Se hace porque es una de las formas que se traslada pallets terminados.

¿De qué otro modo podría hacerse?

Trasladando de 20 unidades utilizando una carretilla hidráulica

¿Qué debería hacerse?

Comprar de manera urgente una carretilla Hidráulica.

3.2.5. Propuesta de mejora en la mano de obra

POSTURAS DE TRABAJO (OWAS)

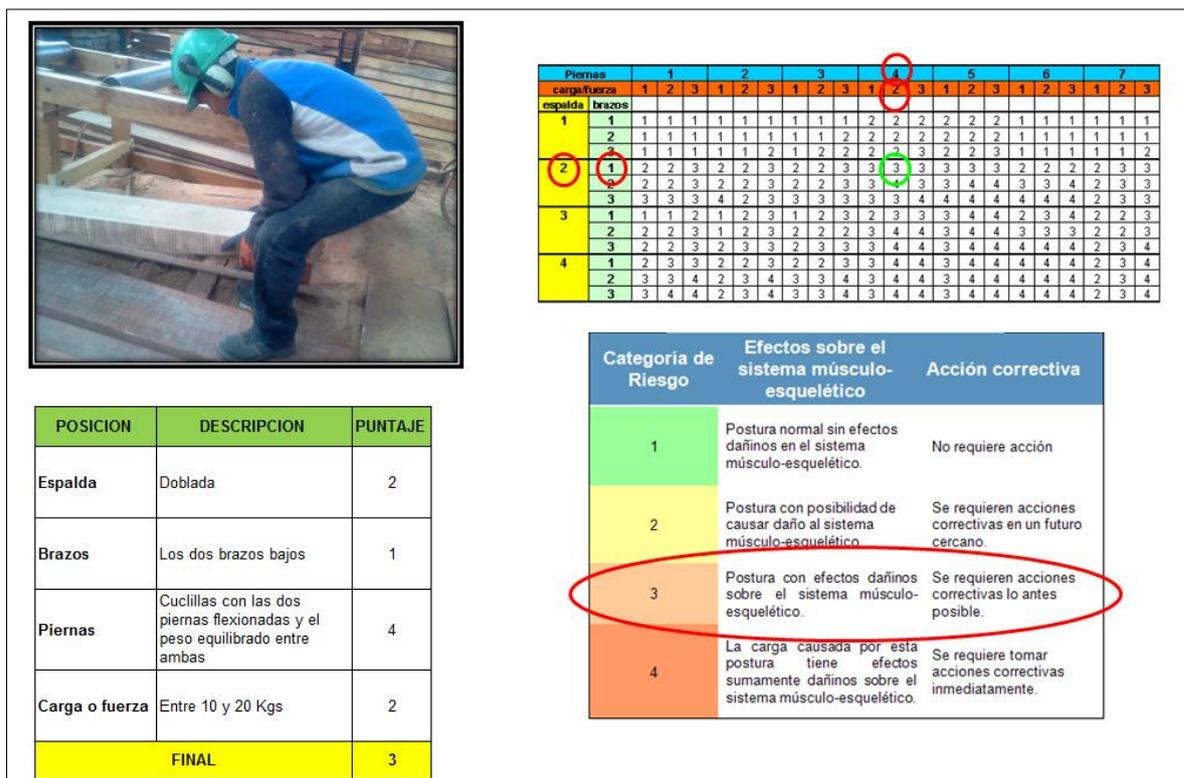
Para identificar y analizar las principales posturas de una tarea. La siguiente foto se tomó, cuando el personal está colocando el tablón en la banca de rodillos. La postura que se analiza se compara con las tablas (Posición de espalda, Posición de brazos), luego, se analiza y compara con la tabla (Posición de las piernas).

Finalmente, calificamos la carga soportada o fuerza ejercida para realizar la tarea.

Con todas las calificaciones, procedemos a intersectar y obtenemos el puntaje final.

Con el resultado de la tabla anterior, vemos en la categoría de riesgo de esta postura.

Figura nro. 3-9. Postura 1 a analizar



Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

Recomendaciones: Usar faja, para prevenir la desviación de la columna y la posible enfermedad como la hernia.

La siguiente foto se tomó, cuando el personal está colocando los pallets en el área de productos terminados. La postura que se analiza se compara con las tablas (Posición de espalda, Posición de brazos), luego, se analiza y compara con la tabla (Posición de las piernas).

Finalmente, calificamos la carga soportada o fuerza ejercida para realizar la tarea. Con todas las calificaciones, procedemos a intersectar y obtenemos el puntaje final. Con el resultado de la tabla anterior, vemos en la categoría de riesgo de esta postura.

Figura nro. 3-10. Postura 2 a analizar



Piernas	1			2			3			4			5			6			7		
carga/fuerza	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
espalda																					
brazos																					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1
4	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3
5	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	2	3	3
6	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2	3
7	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2	3
8	1	1	1	2	3	1	2	3	2	3	2	3	3	3	4	4	2	3	4	2	2
9	2	2	3	1	2	3	2	2	2	3	4	4	3	4	4	3	3	3	2	2	3
10	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	2	3	4
11	1	2	3	2	2	3	2	2	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	2	3
12	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	2	3
13	3	3	4	4	2	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	2	3

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

POSICION	DESCRIPCION	PUNTAJE
Espalda	Doblada	2
Brazos	Los dos brazos elevados	3
Piernas	De pie con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas	4
Carga o fuerza	Entre 10 y 20 Kgs	2
FINAL		3

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

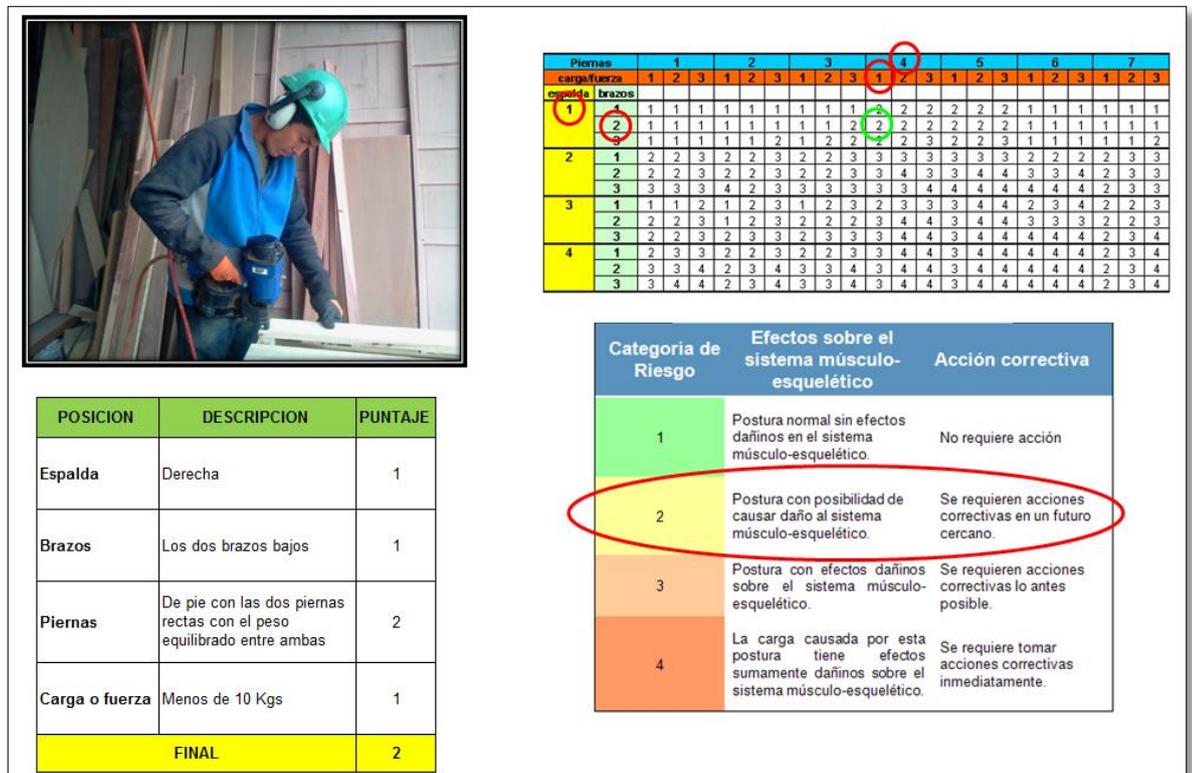
Recomendaciones: El transporte de los pallets se podría realizar a través de una carretilla hidráulica (stock), para evitar la enfermedad de la Bursitis que es la inflamación de la cavidad que existe entre la piel y el hueso o el hueso y el tendón. Se puede producir en la rodilla, el codo o el hombro.

La siguiente foto se tomó, cuando el personal está insertando los clavos espiralados con la clavadora neumática.

La postura que se analiza se compara con las tablas (Posición de espalda, Posición de brazos), luego, se analiza y compara con la tabla (Posición de las piernas).

Finalmente, calificamos la carga soportada o fuerza ejercida para realizar la tarea.
Con todas las calificaciones, procedemos a intersectar y obtenemos el puntaje final.
Con el resultado de la tabla anterior, vemos en la categoría de riesgo de esta postura.

Figura nro. 3-11 Postura 3 a analizar



Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

Recomendaciones: Fabricar una mesa a medida, para que el operario evite la inflamación del cuello, de los músculos y tendones de los hombros

3.2.6. Descripción de los diagramas de actividad propuestos

a. Diagrama de actividad de selección tablones de madera

Tabla nro. 3-16 DAP del proceso de selección de tablones de madera

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input type="checkbox"/>		PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>		MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>		MAQUINARIA <input type="checkbox"/>	
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	RESUMEN					
OBJETO:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
		OPERACIÓN			5				
		TRANSPORTE			4				
		ESPERA			0				
ACTIVIDAD		INSPECCIÓN			1				
		ALMACENAMIENTO			3				
Selección de Tablones		DISTANCIA(metros)			38				
		Tiempo (Horas Hombre)			176				
LUGAR:		COSTO POR OBJETO							
Sección de corte		MANO DE OBRA							
		MATERIAL							
OPERARIOS:		TOTAL							
DESCRIPCIÓN	Cant.(PT)	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo					OBSERVACIONES
				○	→	□	□	▽	
Verificar medida en área de almacen	5880		14						
Seleccionar madera para Listones en medidas adecuadas	5880		21						
Seleccionar madera para Tablas de espesor de 21 mm en medidas adecuadas	5880		23						
Seleccionar madera para Tablas de espesor de 15mm en medidas adecuadas	5880		22						
Anotar medidas seleccionadas	5880		17						
Cubicar medidas Seleccionadas	5880		19						
Devolver a lote original maderas que no utilizarán.	5880	2	12						
Trasladar a área de corte lote de madera para corte en listones	5880	12	13						
Trasladar a área de corte lote de madera para corte Tablas de 21 mm	5880	12	18						
Trasladar a área de corte lote de madera para corte de Tablas de 15 mm	5880	12	17						
TOTAL		38	176	5	4	0	1	3	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

b. Diagrama de actividad del primer corte para la habilitación de listones

Tabla nro. 3-17 DAP del proceso de habilitación de listones

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
ACTUAL <input type="checkbox"/>		PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>				
				MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>				
				MAQUINARIA <input type="checkbox"/>				
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	DE 1				
				RESUMEN				
OBJETO:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
Habilitación de listones		OPERACIÓN			3			
		TRANSPORTE			1			
		ESPERA			0			
		INSPECCIÓN			1			
		ALMACENAMIENTO			1			
ACTIVIDAD		DISTANCIA(metros)			10			
Habilitación corte de Listones a 95mm		Tiempo (Horas Hombre)			94.00			
LUGAR:		COSTO POR OBJETO						
Sección de corte		MANO DE OBRA						
		MATERIAL						
OPERARIOS:		TOTAL						
DESCRIPCIÓN	Cant.(PT)	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo				OBSERVACIONES
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar cantidad a cortar	5880		3.00	●	→	□	□	▽
Encender maquina	5880		0.50	●	→	□	□	▽
Calibrar maquina	5880		0.50	●	→	□	□	▽
Realizar el corte a 95mm	5880		60.00	●	→	□	□	▽
Trasladar área de corte en maquina circular	5880	10.00	30.00	●	→	□	□	▽
TOTAL		10	94.00	3	1	0	1	1

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

f. Diagrama de actividad del segundo corte para la habilitación de tablas parte superior

Tabla nro. 3-21 DAP del segundo corte para la habilitación de tablas parte superior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
ACTUAL <input type="checkbox"/>		PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>				
				MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>				
				MAQUINARIA <input type="checkbox"/>				
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 DE 1	RESUMEN				
OBJETO:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
	OPERACIÓN			3				
	TRANSPORTE			2				
	ESPERA			0				
ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			1				
	ALMACENAMIENTO			0				
Habilitación corte y cepillo Tabla parte superior a 21 mm	DISTANCIA(metros)			14.5				
	Tiempo (Horas Hombre)			379				
LUGAR:	COSTO POR OBJETO							
	MANO DE OBRA							
	MATERIAL							
OPERARIOS:	TOTAL							
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo			OBSERVACIONES	
				○	⇒	◻	▽	
Calibrar maquina	5880		0.5	●				
Realizar segundo corte de 21mm	5880		285	●				
Inpeccionar Tablas	5880		17			●		
Retirar listones defectuosos	5880		14	●				
Trasladar merma a zona residuos	5880	13	25.5		●			
Trasladar a zona de despunte		1.5	37		●			
TOTAL		14.5	379	3	2	0	1	0

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

g. Diagrama de actividad del segundo corte para la habilitación de tablas parte inferior

Tabla nro. 3-22 DAP del segundo corte para la habilitación de tablas parte inferior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input type="checkbox"/>		PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>		MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>		MAQUINARIA <input type="checkbox"/>	
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	DE	1	RESUMEN			
OBJETO:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
	OPERACIÓN				3				
	TRANSPORTE				2				
	ESPERA				0				
ACTIVIDAD	INSPECCIÓN				1				
	ALMACENAMIENTO				0				
Habilitación corte y cepillo de Tabla Inferior a 16mm				DISTANCIA(metros)		14.5			
				Tiempo (Horas Hombre)		51			
LUGAR:	COSTO POR OBJETO								
Sección de corte				MANO DE OBRA					
				MATERIAL					
OPERARIOS:				TOTAL					
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	○	→	□	▽	OBSERVACIONES	
Calibrar maquina	5880		0.5	●					
Realizar segundo corte de 16mm	5880		32	●					
Inspeccionar Tablas	5880		8			●			
Retirar listones defectuosos	5880		1	●					
trasladar merma a zona residuos	5880	13	3	●					
Trasladar a zona de despunte	5880	1.5	6.5	●					
TOTAL		14.5	51	3	2	0	1	0	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

h. Diagrama de actividad del corte despunte de listones

Tabla nro. 3-23 DAP del corte despunte de listones

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO									
ACTUAL <input type="checkbox"/>		PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>		MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>		MAQUINARIA <input type="checkbox"/>	
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	RESUMEN					
OBJETO:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
		OPERACIÓN			5				
		TRANSPORTE			2				
		ESPERA			0				
		INSPECCIÓN			1				
		ALMACENAMIENTO			1				
Corte de longitud de listones		DISTANCIA(metros)			17				
		Tiempo (Horas Hombre)			327				
LUGAR:		COSTO POR OBJETO							
Sección de corte de despuntado		MANO DE OBRA							
		MATERIAL							
OPERARIOS:		TOTAL							
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo					OBSERVACIONES
Calibrar maquina Despuntadora	5880		0.5	○	⇒	□	▽		
Realizar despunte inicial extremo defectuoso	5880		97	○					
Voltear extremo	5880		13	○					
Realizar despunte a 1120mm	5880		135	○					
Almacenar temporal 4	5880		14					□	
Inspeccionar Listones	5880		11						
Retirar listones defectuosos	5880		14	○					
trasladar merma a zona residuos	5880	12	24	○					
Trasladar a zona de Ensamble	5880	5	18.5	○					
TOTAL		17	327	5	2	0	1	1	

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

i. Diagrama de actividad del corte despunte de tablas parte superior

Tabla nro. 3-24 DAP del corte despunte de tablas parte superior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
ACTUAL <input type="checkbox"/>		PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>				
				MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>				
				MAQUINARIA <input type="checkbox"/>				
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1 DE 1	RESUMEN				
OBJETO:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
		OPERACIÓN			5			
		TRANSPORTE			2			
		ESPERA			0			
ACTIVIDAD		INSPECCIÓN			1			
		ALMACENAMIENTO			1			
Corte de Longitud de tablas parte superior		DISTANCIA(metros)			17			
		Tiempo (Horas Hombre)			267			
LUGAR:		COSTO POR OBJETO						
		MANO DE OBRA						
		MATERIAL						
OPERARIOS:		TOTAL						
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo			OBSERVACIONES	
Calibrar maquina Despuntadora	5880		0.50	○	→			
Realizar despunte inicial extremo defectuoso	5880		71.00	○	→			
Voltear extremo	5880		24.50	○	→			
Realizar despunte a 1120mm	5880		57.00	○	→			
Almacenar temporal 4	5880		64.00	○	→	□		
Inspeccionar Tablas	5880		8.00	○	→	▽		
Retirar listones defectuosos	5880		14.00	○	→			
trastadar merma a zona residuos	5880	12	12.00	○	→			
Trasladar a zona de Ensamble	5880	5	16.00	○	→			
TOTAL		17	267.00	5	2	0	1	1

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

j. Diagrama De Actividad del corte despunte de tablas parte inferior

Tabla nro. 3-25 DAP del corte despunte de tablas parte inferior

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO						
ACTUAL <input type="checkbox"/>		PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>		
				MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>		
				MAQUINARIA <input type="checkbox"/>		
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	RESUMEN		
OBJETO:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA
		OPERACIÓN			6	
		TRANSPORTE			1	
		ESPERA			0	
		INSPECCIÓN			0	
		ALMACENAMIENTO			2	
Corte de longitud de tablas parte inferior		DISTANCIA(metros)			5	
		Tiempo (Horas Hombre)			72.00	
LUGAR:		COSTO POR OBJETO				
Sección de corte		MANO DE OBRA				
		MATERIAL				
OPERARIOS:		TOTAL				
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo		OBSERVACIONES
Calibrar maquina Despuntadora	5880		0.50	○		
Realizar despunte inicial extremo defectuoso	5880		14.00	⇒		
Voltrear extremo	5880		0.50	□		
Realizar despunte a 1120mm	5880		13.00	□		
Almacenar temporal 4	5880		7.00		▽	
Inspeccionar Tablas	5880		9.00			
Retirar listones defectuosos	5880		7.00			
trasladar merma a zona residuos	5880		12.00			
Trasladar a zona de Ensamble	5880	5	9.00			
TOTAL		5	72.00	6	1	0 0 2

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

k. Diagrama De Actividad del ensamblado de partes

Tabla nro. 3-26 DAP del ensamblado de partes

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO													
ACTUAL <input type="checkbox"/>		PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/>						MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>		MAQUINARIA <input type="checkbox"/>	
DIAGRAMA	1	PÁGINA	1	DE 1						RESUMEN			
OBJETO:				ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA					
				OPERACIÓN			3						
				TRANSPORTE			1						
				ESPERA			0						
ACTIVIDAD				INSPECCIÓN			0						
				ALMACENAMIENTO			0						
Ensamble de partes				DISTANCIA(metros)			7						
				Tiempo (Horas Hombre)			405						
LUGAR:				COSTO POR OBJETO									
Area de Ensamble				MANO DE OBRA									
				MATERIAL									
OPERARIOS:				TOTAL									
DESCRIPCIÓN		Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo					OBSERVACIONES			
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Cargar aire maquina compresora a 150 PSI		5880		5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Clavar Tabla superior y Liston		5880		248	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Clavar Tabla inferior al anterior unión		5880		113	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Trasladar Pallet a Zona de almacen Temporal 5		5880	7	39	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
TOTAL			7	405	3	1	0	0	0				

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

I. Diagrama De Actividad del fumigado y tratamiento térmico de los pallets

Tabla nro. 3-27. DAP del fumigado y tratamiento térmico de los pallets

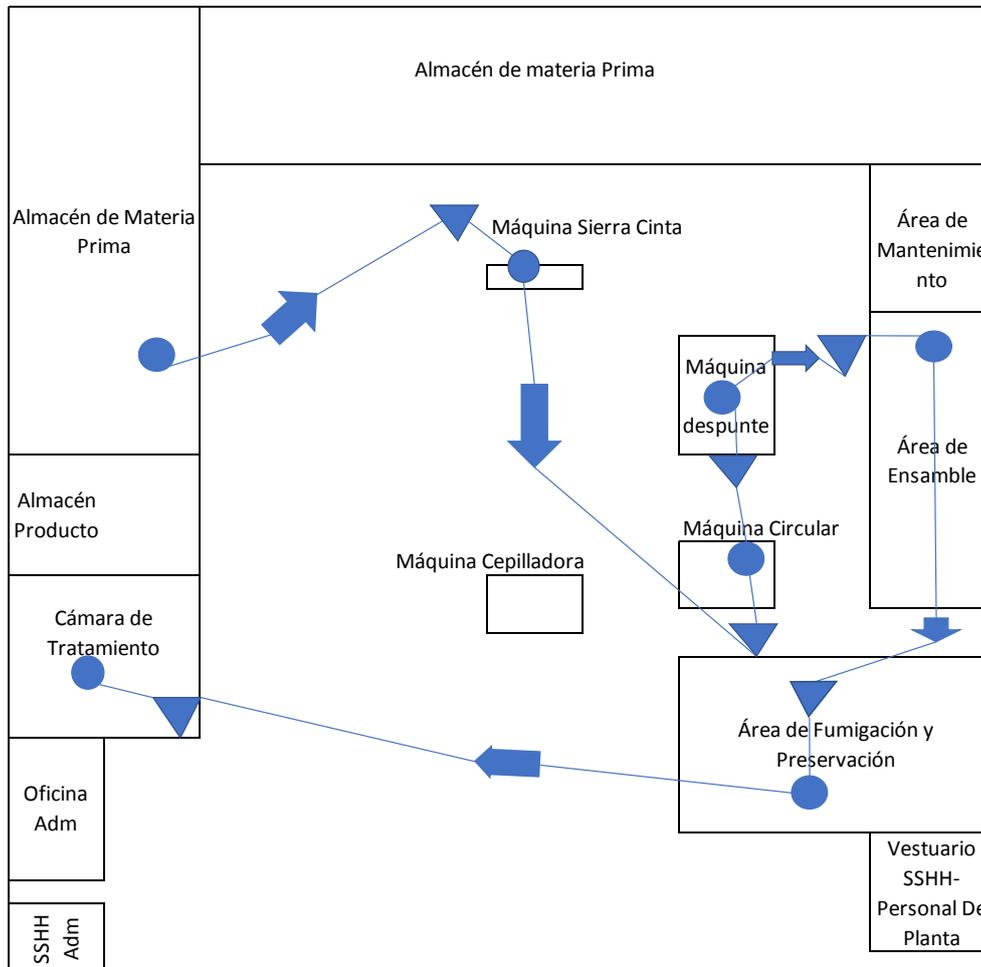
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		OPERARIO <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> MAQUINARIA <input type="checkbox"/>						
DIAGRAMA N°	PÁGINA	RESUMEN						
OBJETO:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA				
	OPERACIÓN		7					
	TRANSPORTE		1					
	ESPERA		0					
	INSPECCIÓN		1					
	ALMACENAMIENTO		0					
	Fumigado y Tratamiento térmico de Pallets							
	DISTANCIA(metros)		25					
	Tiempo (Horas Hombre)		413					
LUGAR:	COSTO POR OBJETO							
	Area de Fumigación y de tratamieto térmico	MANO DE OBRA						
		MATERIAL						
OPERARIOS:		TOTAL						
DESCRIPCIÓN	Cant.	DIST (m)	Tiempo (min)	Símbolo				OBSERVACIONES
				○	→	□	▽	
Ordenar lote de pallets en grupos de 15 Unidades	5880		13	●				
Preparar Maquina compresora	5880		4	●				
Preparar Mezcla de Barniz anti humedad	5880		6	●				
Preparar soplete	5880		4	●				
Aplicar soplete a los pallets con maquina compresora	5880		45	●				
Trasaladar a zona de tratamiento térmico	5880	25	27	●				
Someter a Camara de Tratamiento térmico	5880		180	●				
Sellar cada Pallet según exigencia de SENASA	5880		120	●				
Inspección Final de los pallets	5880		14	●				
TOTAL		25	413	7	1	0	1	0

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.2.7. Diagrama de recorrido propuesto

Figura nro. 3-12 Grafica del diagrama de recorrido



Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.3. Procedimientos y costos de la aplicación de la ingeniería de métodos en la fabricación de pallets de madera.

3.3.1. Resumen de procesos con método actual

Tabla nro. 3-28 Resumen de procesos método actual

NºProceso	PROCESO	Cantidad(PT) de Madera en Bruto a Procesar	Cantidad Equivalente en Pallets	Distancia	Tiempo (min)	Tiempo (Horas)	NºOperarios Necesarios	Costo MO/H	Costo total Mano de obra	Costo Unitario
1	Selección de tablonces de madera	5880	210	38.00	173	2.88	3	7.5	64.88	0.31
2	Corte de listones	5880	210	18.00	298	4.97	2	7.5	74.50	0.35
3	Corte de tabla parte superior	5880	210	21.00	597	9.95	2	7.5	149.25	0.71
4	Corte de tablas parte inferior	5880	210	18.00	293	4.88	2	7.5	73.25	0.35
5	Cepillo de listones	5880	210	16.00	269	4.48	2	7.5	67.25	0.32
6	Cepillo de tablas parte superior	5880	210	22.00	374	6.23	2	7.5	93.50	0.45
7	Cepillo de tablas parte inferior	5880	210	22.00	47	0.78	2	7.5	11.75	0.06
8	Despuntado de listones	5880	210	17.00	326	5.43	1	7.5	40.75	0.19
9	Despuntado de tablas parte superior	5880	210	17.00	266	4.43	1	7.5	33.25	0.16
10	Despuntado de tablas parte inferior	5880	210	5.00	72	1.20	1	7.5	9.00	0.04
11	Ensamble de partes habilitadas	5880	210	7.00	478	7.97	3	7.5	179.25	0.85
12	Fumigado y tratamiento térmico	5880	210	24.00	443	7.38	1	7.5	55.38	0.26
		Totales		225.00	3636	60.60			852.00	4.06

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.3.2. Resumen de procesos con método propuesto

Tabla nro. 3-29 Resumen de procesos con método Propuesto

N°Proceso	PROCESO	Cantidad (PT) de Madera en Bruto a Procesar	Cantidad Equivalente en Pallets	Distancia	Tiempo (min)	Tiempo (Horas)	N°Operarios Necesarios	Costo MO/H	Costo total Mano de obra	Costo Unitario (s/.)
1	Selección de Tablones	5880	210	38.00	176	2.93	3	7.5	66.00	0.31
2	Habilitación corte de Listones a 95mm	5880	210	10.00	94	1.57	2	7.5	23.50	0.11
3	Habilitación corte y cepillo de Tablas parte superior a 95 mm	5880	210	10.00	152	2.53	2	7.5	37.88	0.18
4	Habilitación corte y cepillo de Tablas parte inferior a 95 mm	5880	210	10.00	77	1.28	2	7.5	19.13	0.09
5	Habilitación Corte y cepillo de listón 45mm	5880	210	14.50	153	2.55	2	7.5	38.20	0.18
6	Habilitación corte y cepillo Tabla parte superior a 21 mm	5880	210	14.50	379	6.32	2	7.5	94.75	0.45
7	Habilitación corte y cepillo de Tabla Inferior a 16mm	5880	210	14.50	51	0.85	2	7.5	12.75	0.06
8	Corte de longitud de listones	5880	210	17.00	327	5.45	1	7.5	40.88	0.19
9	Corte de Longitud de tablas parte superior	5880	210	17.00	267	4.45	1	7.5	33.38	0.16
10	Corte de longitud de tablas parte inferior	5880	210	5.00	72	1.20	1	7.5	9.00	0.04
11	Ensamble de partes	5880	210	7.00	405	6.75	3	7.5	151.88	0.72
12	Fumigado y Tratamiento térmico de Pallets	5880	210	25.00	413	6.88	1	7.5	51.63	0.25
		Totales		182.50	2565	42.75			578.95	2.76

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.4. Determinación del costo beneficioso

3.4.1. Análisis de costos unitarios entre procesos actuales y procesos propuestos

Tabla nro. 3-30 Resumen de proceso anterior y proceso propuesto

Detalle	Importe (S/.)
Método Actual	4.06
Método Propuesto	2.76
Reducción de Costo Unitario Por Pallet	1.30

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.4.2. Inversión

Las mejoras que se plante que fue posible se detalla en la tabla 3-31 que fue posible con la inversión que se detalla a continuación.

Tabla nro. 3-31 Cuadro de inversión

ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	IMPORTE (Nuevos soles)
1	CLAVADORA AUTOMATICA	1	3200.00
2	TRANSPALETA HIDRAULICA	1	1200.00
3	PULIDO DE PISO(AREA 20 M2)	1	700.00
4	REUBICACIÓN DE MAQUINAS		200.00
5	REINSTALACIÓN ELECTRICA		1200.00
6	COMPRA COMPONENTES ELECTRICOS		1200.00
	TOTAL INVERSIÓN		7700.00

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.4.3. Índice de productividad del año 2016

De acuerdo a lo descrito en las bases teóricas en el punto 2.2.3, se utilizará la fórmula de productividad dado por Beltrán (2009).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos consumidos}} = \frac{\text{Producción}}{\text{N}^\circ \text{operarios} \times \text{Horas trabajadas} \times \text{Días trabajados}}$$

Así en la tabla se puede apreciar el indicador de productividad durante el periodo 2016

Tabla nro. 3-32 Índice de productividad mensual año 2016

Descripción	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic	PROM
Producción Mensual Cliente A	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
Horas empleadas por turno	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
N° trabajadores Empleados	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Días empleados	5.3	5.2	5.1	6.1	5.1	6.2	5.2	5.3	5.1	5.2	5.1	5.3	
Índice de Productividad Pallet Hora Hombre	1.57	1.60	1.63	1.37	1.63	1.34	1.60	1.57	1.63	1.60	1.63	1.57	1.56

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

3.5. Benéficos adicionales de la aplicación de la ingeniería de métodos: Mejoras en la ergonomía

- **Diseño antropométrico**

Debido a que, en el proceso de fabricación de pallets, en la actividad de ensamblaje no se tiene una mesa de trabajo, se necesita diseñar una mesa ajustable para ésta actividad.

Sabiendo que el operador trabajará en posición parado en la cual el pallet que está ensamblando, tiene una altura de 9.7 cm. Estableciendo como límite mínimo de la altura de mesa aquella que permita que el 97% de los trabajadores tengan una altura óptima de trabajo (20 cm debajo del codo).

- **Medidas antropométricas de los operarios, para mejorar estaciones de trabajo**

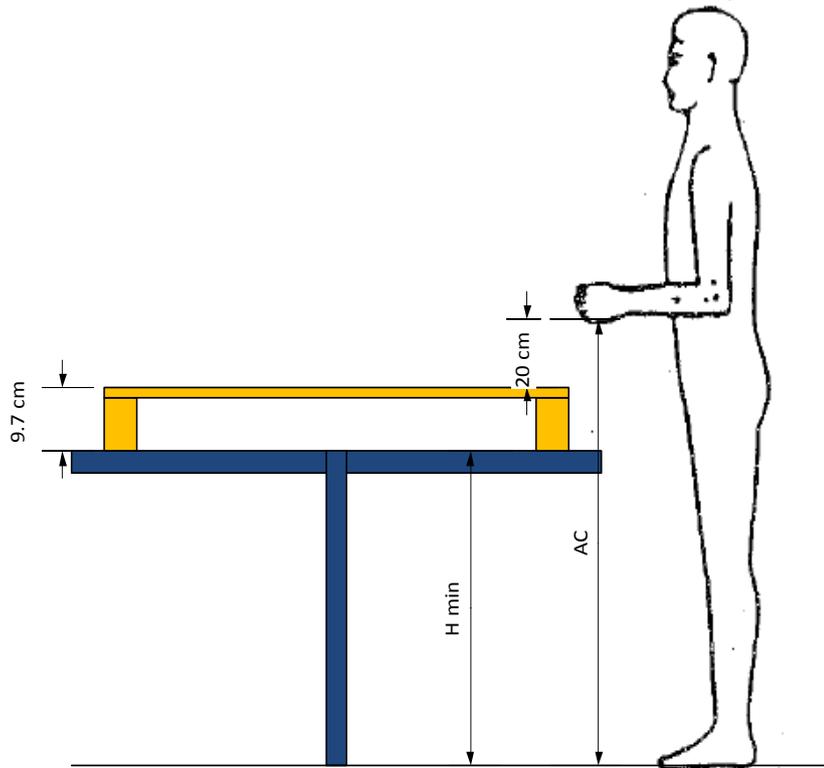
Tabla nro.3-33 Tabla de medida de operarios

Medida	Medida de operarios					Media	Desviacion estándar
	Jonathan	Rúben	Pablo	Carlos	Michael	hombres	hombres
Estatura	165.0	171.0	169.0	170.1	173.0	169.62	2.970
Altura de codo	101.2	104.3	103.0	103.9	106.1	103.70	1.796
Altura de ojo sentado	72.4	75.2	74.6	75.0	77.1	74.86	1.679

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

Figura nro. 3-13 Postura para el ensamble



Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

Calculando la altura mínima de la mesa (H min):

$$\%TIL = 97\% \rightarrow z = 1.89 \text{ (por tabla)}$$

Por fórmula: $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

Datos: $\mu_{AC} = 103.70 \text{ cm}$ (Datos calculados de tabla)

Datos: $\sigma_{AC} = 1.796 \text{ cm}$ (Datos calculados de tabla)

$$\text{Reemplazando en fórmula: } 1.89 = \frac{AC - 103.70}{1.796}$$

$$H_{MIN} = 107.09 \text{ cm}$$

$$H_{MIN} = 107.09 - 29.7$$

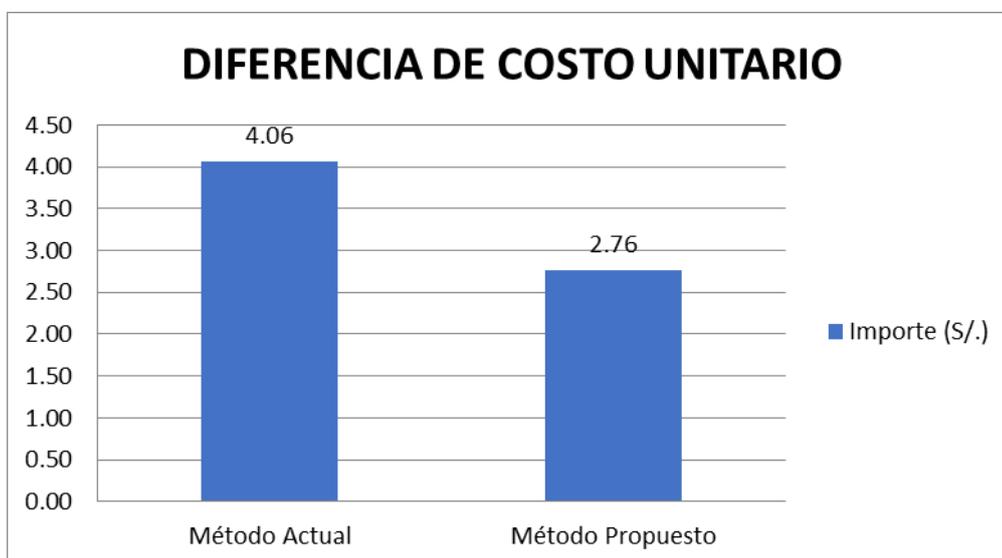
$$H_{MIN} = 77.39 \text{ cm}$$

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. Resultados

- Se obtuvo una reducción de un costo unitario de 4.06 soles a 2.76 soles por pallet producido, reduciendo a 1.30 por pallet como costo unitario que representa en términos porcentuales una reducción del 32%. Se logro esta reducción con una inversión de S/.7700 (siete mil setecientos con 00/100 soles).

Figura nro. 4-1 Gráfica del costo del método actual y propuesto



Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

Tabla nro. 4-1 Ahorro mensual

Unidades Mensuales	Ahorro (S/.)por Unidad	Total (S/.)
200	1.30	260.00

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

Tabla nro. 4-2 Ahorro Anual

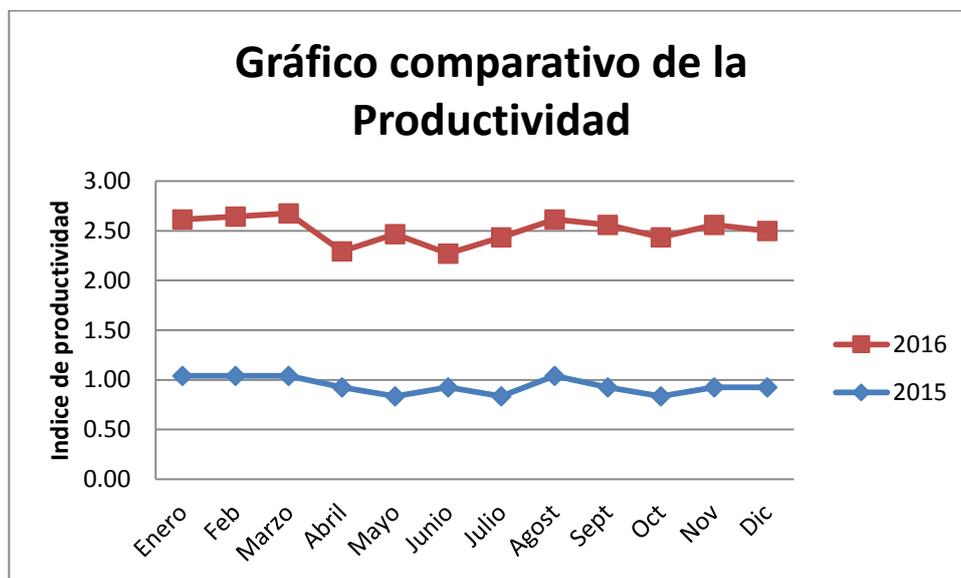
Unidades anuales	Ahorro (S/.)por Unidad	Total (S/.)
2400	1.30	3120.00

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

- Conocida la inversión de S/ 7700.00 y el ahorro anual generado por S/.3120.57 se obtuvo un ROI de 40.53 %, el cual significa un tiempo estimado de recuperación de la inversión de 2.5 años.
- Conociendo la evolución de la productividad del año 2015 que oscilaba entre el 0.83 y el 0.94, y descrita en el cuadro 4-1 y comparándolo con la evolución de la productividad que fluctuaba entre el 1.34 y 1.63 también descrito en el cuadro 4.1 se puede concluir que las mejoras implementadas tuvieron un efecto positivo.

Figura nro. 4-2. Gráfico comparativo del Índice de Productividad 2015- 2016



Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

- Se observó que el proceso actual de fabricación de pallets para el de corte y cepillo genera el mayor tiempo de ejecución (870 minutos) de manera que se preparo una

maquina llamada sierra circular que realiza el corte y cepillo a la vez reduciendo el tiempo de operación entre los dos a 531.5 minutos.

- Analizado las actividades se observó que el segundo mayor tiempo de operación es en el ensamblado de partes de 180 minutos y proponiendo la adquisición de una clavadora neumática se redujo a un tiempo de 146 minutos con el mismo número de operarios.
- Que al momento de recibir la materia prima como es la madera no se realiza un correcto almacenaje sin tener cuentas las técnicas de almacenajes recomendadas para evitar la pudrición de la madera por causa principalmente de la humedad. Para evitar esas se planteó el apilamiento de las maderas dejando un espacio entre fila y fila usando separadores de madera entre 0.75 pulgadas de espesor y 1 pulgada de espesor.
- El mayor recorrido de la materia prima está en el proceso de clasificación y el traslado a la zona de corte 1 a la maquina sierra cinta.
- La aplicación de la ergonomía se realizó a través del análisis del Owas para mejorar las posturas de los trabajadores. Esta propuesta que se aplicó no es cuantificable, pero constituyó un elemento esencial para incrementar la satisfacción del trabajador y se traduce en mejor rendimiento laboral evitando fatigas innecesarias.
- Se observó después de analizar el diagrama de Ishikawa (ver figura 3-2) que la mayor incidencia de la baja productividad es del método de trabajo durante el año 2015.

Tabla 4.3 Descripción de ocurrencias en planta año 2015

Descripción de incidencia	NºIncidencias
Proceso de corte lento	15
Madera de dureza alta	11
Transporte de madera	5
Maquinaria inadecuada	4
Mal mantenimiento de máquinas	3
Mano de obra poco capacitada	2
Perdida de filo de hoja de corte corto tiempo	1
Deficiente supervisión	1
Máquina en malas condiciones	1

Fuente: Área de producción-Manufacturas Y Procesos Integrados E.I.R.L.

Elaboración: Propia

4.2. Conclusiones

Se demostró que la aplicación de la ingeniería de métodos en la presente investigación sirvió para mejorar el proceso productivo de la empresa de esta manera se cumplió con los plazos previstos de entrega de pallets requeridos por el cliente.

Después de determinar el proceso de fabricación de pallets se reconoció las actividades que están generando demoras y que luego de ser implementadas simplificaron los procesos y eliminamos aquellos que no agregaban valor.

Diseñada las propuestas de mejora en el proceso de fabricación de pallets de madera en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados E.I.R.L., se logró reducir y acortar los recorridos de los procesos de fabricación de pallets tomando en cuenta los tiempos de cada actividad y a la vez los elementos que lo conforman, de esta manera se optimizaron los tiempos de operación.

Identificado los procedimientos y relacionándolo con el costo de horas-hombres en las diferentes operaciones se obtuvo un costo unitario para un lote de 200 pallets lo que se traduce en un incremento de la productividad.

El costo beneficio como herramienta de decisión económica se materializó en el incremento de la productividad a causa del cambio de método de trabajo.

4.3. Recomendaciones

- Es necesario que los interesados apliquen otras herramientas que dispone la ingeniería de métodos y que son de mucha utilidad para mejorar la productividad de una empresa.
- Se demuestra con la presente investigación que la Ingeniería de métodos es una de las más importantes ramas del Estudio del Trabajo, una de las técnicas se basa en el registro y análisis de tiempos, para optimizar un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es aumentar la productividad de una empresa.
- Los registros de incidencia en planta deberán implementarse para conocer otras causas relacionadas a la poca productividad de la empresa.
- La innovación tecnológica es de vital importancia para responder a los desafíos del mercado creciente por eso, se sugiere que la empresa renueve la maquinaria actual para ser aún más competitivos.
- Dada la actual coyuntura económica del país y de la que nos ajena la empresa Manufacturas y procesos integrados EIRL se demuestra que con una inversión moderada se puede obtener mejoras de rendimientos productivos.
- La implantación de nuevos métodos de trabajo genera en algunos casos resistencia al cambio por parte de los operarios por lo que necesario que realicen de manera gradual los referidos cambios, explicando al operario las ventajas y facilidades que dará el nuevo método a emplearse. Hacerlos partícipes del proceso de cambio desde un principio contribuirá al éxito de la propuesta de mejora.

REFERENCIAS

Adauto, Y. (2015). *Análisis y rediseño del método de trabajo para el incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets de una planta industrial*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Su, D. & Vásquez, C. (2016). *Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para aumentar la rentabilidad en la empresa parihuelas del norte s.r.l*. Tesis de licenciatura).Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

López,M.L (2016). *Análisis integral del proceso de fabricación y ensamble de pallets en la empresa ensamblajes y embalajes Embalesa*. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18409/1/Tesis%20Mejora%20Proceso%20Pallets_rev-12%20REVISION%20Y%20CAMBIOS%2012%20revision.pdf

Carrasco,J.G. (2010). *Creación de una empresa de pallets en el austro ecuatoriano*. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/1925>

García,R. (2000).*Estudio de trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*.(Segunda edición). México: Mc Graw HILL.

Niebel, B. & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos*. (duodécima edición).México: McGr aw HILL.

Díaz ,B.,Jarufe ,B. & Noriega,M.(2007).*Disposición de planta*.(segunda edición).Perú: Universidad de Lima.

Gutiérrez ,H. (2010).*Calidad total y productividad*.(Tercera edición).México: Mc Graw HILL.

Meyers,F. (2000).*Estudios de tiempos y movimientos*.(Segunda edición).México:Prentice Hall.

Beterfield,D. (2009).*Control de calidad*.(Octava edición).México:Pearson.

Beltrán,J.M. (2000).*Indicadores de gestión*.(Segunda edición).Colombia:3R editores LTDA.

ANEXOS

Anexo n.º1 Ficha técnica del cliente	98
Anexo n.º2 Plano del cliente principal.....	99
Anexo n.º3 Norma de medida de pallets normalizados.....	100
Anexo n.º4 Ficha técnica de la clavadora neumatica.....	101
Anexo n.º5 Cantidad de madera a procesarse.....	102
Anexo n.º6 Toma de tiempos del proceso actual.....	103
Anexo n.º7 Toma de tiempos del proceso mejorado.....	110

ANEXO N°1 Ficha Técnica de pallet de Cliente principal



FICHA TÉCNICA

MODELO DE PARIHUELA	De doble entrada con durmientes.
MEDIDAS PERIMETRICAS	1.120 mts X 1.120 mts.
DETALLES DE MEDIDA	9 Tablas parte superior c/u de 19 mm (espesor) X 95 mm (ancho) X 1120mm (largo) 4 Durmientes c/u de 47 mm (Ancho)X 82 mm (altura) X 1120 mm.(largo) 4 Tablas parte inferior c/u de 15 mm (Espesor)X 95 mm (ancho) X 1120 mm.(largo) <u>Observaciones:</u> Tolerancia en las medidas +/- 1mm.
PESO	54 kg.(Aprox.)
DENSIDAD BÁSICA PROMEDIO	0.61 gr/cm 3
CARGA ADMISIBLE	Recomendado 900 Kg.en piso , 400 Kg En estantería .
CLASE DE MADERA	Roble Nacional como nombres comunes Lagarto caspi, Congona, Copaiba, Yacushapana, requia
PORCENTAJE DE HUMEDAD	Promedio 35 %
ENSAMBLADO	Con clavos de acero espirados de 2.5 " de longitud
INFESTACIÓN	Aséptico Libre de Hongos
MEDIO AMBIENTE	Madera 100 % Reciclable

Ficha técnica para 120 unidades expedida a la Empresa AAAAAAAA para los fines que estime conveniente.

Santa Anita 23 de Noviembre de 2015.

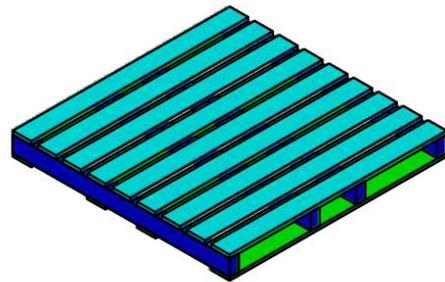
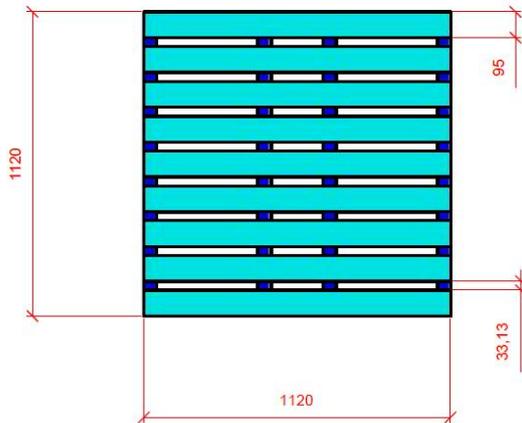
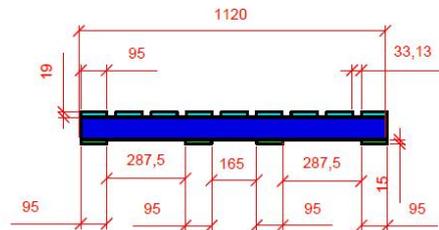
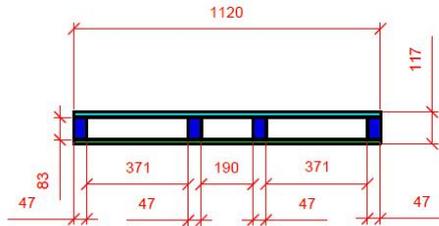
Atte.

John Velasco Bustamante

Asesor Comercial

Av. Separadora Industrial N°860 Santa Anita - Lima
Teléfono 3520682 Correo Electrónico: ventas@manufacturasyprocesos.net/mpintegrados@gmail.com

ANEXO N°2 Plano de Pallet de cliente principal



ANEXO N°3 Normalización de Pallets

Aprueban Normas Técnicas Peruanas de paletizadores

RESOLUCIÓN COMISIÓN DE NORMALIZACIÓN Y DE FISCALIZACIÓN DE BARRERAS COMERCIALES NO ARANCELARIAS N° 109-2013/CNB-INDECOPI

Lima, 19 de diciembre de 2013

CONSIDERANDO:

Que, conforme a lo establecido en el Artículo 28° de la Ley de Organización y Funciones del Indecopi, aprobada

RESUELVE

Primero.- APROBAR las siguientes Normas Técnicas Peruanas en su versión 2013:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| NTP 399.303:2003 (revisada el 2013) | PALETIZADORES.
Unidades de transporte para la paleta estándar según NTP 350.200. 1ª Edición
Reemplaza a la NTP 399.303:2003 |
| NTP 399.307:2003 (revisada el 2013) | PALETIZADORES. Uso eficiente de la paleta estándar según NTP 350.200 en la cadena de abastecimiento del sector consumo masivo. 1ª Edición
Reemplaza a la NTP 399.307:2003 |
| NTP 399.048:2001 (revisada el 2013) | PALETAS. Terminología. 2ª Edición
Reemplaza a la NTP 399.048:2001 |

ANEXO N°4 Modelo de Clavadora

CLAVADORAS



$\varnothing 5.7 - 7.0 \text{ mm}$
 $(\varnothing .224 - .276")$
 $45 - 1 \frac{3}{4}"$
 $70 - 2 \frac{3}{4}"$
 $\varnothing 2.3 - 2.9 \text{ mm}$ (0.090" - 0.113")


 Hecho en Taiwan

MACRO275P

Especificaciones

- Capacidad : 250 - 300 pcs
- Largos : 45 - 70 mm (1 3/4" - 2 3/4")
- Diámetro : 2.3 - 2.9 mm (0.090" - 0.113")
- Presión de trabajo : 70 - 100 psi (5 - 7 bar)
- Presión Máxima : 120 psi (8 bar)
- Consumo de aire : 0,5 L por disparo
- Toma de aire : 3/8" Niple / N.P.T.
- Dimensiones : 339 x 129 x 317 mm
- Peso : 3.6 Kgs. (7.9 Lbs.)

ANEXO N°5 Cálculo de la cantidad de madera a procesarse

Cálculo de la cantidad de madera emplearse para un pedido de 200 unidades del cliente principal.

Se tomará en cuenta lo siguientes pasos:

a. Detalle de medidas solicitado por el cliente A para un pallet de 1.12 metros X 1.12 metros

Cantidad	Elemento	Espesor milímetros (mm)	Ancho milímetros (mm)	Largo milímetros (mm)
9	Tabla	19	95	1120
4	Listón	47	83	1120
4	Tabla	15	95	1120

b. Cálculo de la Cantidad de madera por cada pallet

Se transforma las medidas originales a pulgadas los espesores y los anchos ,el largo a pies, considerando perdidas por procesamiento de la madera con la finalidad de realizar el cálculo total de Pies Tablares por cada Pallet

Cantidad	Espesor (Pulgadas)	Ancho (Pulgadas)	Largo (pies)	Pies Tablares (P.t)	Merma 5%	Sub Total (P.t)
9	1	4	4	12.00	0.60	12.60
4	2	4	4	10.67	0.53	11.20
4	0.75	4	4	4.00	0.20	4.20
Cantidad de pies tablares por cada unidad de pallet						28.00

Cada Pallet tiene 28 Pies tablares (Pt) de madera

c. Cálculo de la Cantidad de madera para un lote de 200 Pallets

Unidades Pedido original	Cantidad de pallets adicionales de respaldo (5%)	Total de unidades a fabricar	Cantidad de Pt.por Cada Pallet	Total Pt.de madera a procesarse
200	10	210	28	5880

ANEXO N°6 Toma de tiempos del proceso actual

Condiciones:

N° Observaciones: Cinco observaciones por cada elemento

Fecha de toma de tiempos: Octubre 2015 y Diciembre del 2015

Muestra : aleatoria

Nomenclatura:

TP=Tiempo Promedio

TN=Tiempo Normal

TS=Tiempo Estándar

Calificación de la valoración

Habilidad	-0.05
Esfuerzo	0.05
Condiciones	0.00
Consistencia	0.00
Total	1.00

Suplementos aplicados

A.Suplemento constante	5
B.Suplementos variables	
B.1 Suplemento por trabajar de pie	2
B.2 Postura ligeramente comoda	0
B.3 Uso de la fuerza	9
B.7 Ruido	0
Total	16

Toma de tiempos del proceso de selección de madera

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	12	11	12	13	12	12.0	12.000	13.920
Elemento 2	18	17	18	19	18	18.0	18.000	20.880
Elemento 3	18	17	22	19	21	19.4	19.400	22.504
Elemento 4	19	18	19	20	21	19.4	19.400	22.504
Elemento 5	15	17	14	15	14	15.0	15.000	17.400
Elemento 6	16	17	16	15	18	16.4	16.400	19.024
Elemento 7	12	11	10	11	11	11.0	11.000	12.760
Elemento 8	11	12	13	11	12	11.8	11.800	13.688
Elemento 9	12	12	11	13	11	11.8	11.800	13.688
Elemento 10	15	16	14	13	14	14.4	14.400	16.704
							Total	173.072

Toma de tiempos para el proceso de habilitación de listones

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	2	3	2	3	3	2.6	2.600	3.016
Elemento 2	0.4	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.440	0.510
Elemento 3	0.3	0.5	0.3	0.4	0.5	0.4	0.400	0.464
Elemento 4	52	51	51	50	54	51.6	51.600	59.856
Elemento 5	27	28	24	25	26	26.0	26.000	30.160
Elemento 6	107	105	102	102	107	104.6	104.600	121.336
Elemento 7	27	25	27	25	24	25.6	25.600	29.696
Elemento 8	13	14	13	14	14	13.6	13.600	15.776
Elemento 9	11	10	11	12	11	11.0	11.000	12.760
Elemento 10	17	16	18	17	18	17.2	17.200	19.952
Elemento 11	2	5	4	3	4	3.6	3.600	4.176
							Total	297.702

Toma de tiempos para el proceso de habilitación de las tablas de parte superior

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	3	2	2	3	3	2.6	2.600	3.016
Elemento 2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.400	0.464
Elemento 3	98	95	96	97	98	96.8	96.800	112.288
Elemento 4	31	28	30	29	32	30.0	30.000	34.800
Elemento 5	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.400	0.464
Elemento 6	157	159	160	162	160	159.6	159.600	185.136
Elemento 7	74	78	73	72	71	73.6	73.600	85.376
Elemento 8	15	13	12	11	13	12.8	12.800	14.848
Elemento 9	19	21	19	18	21	19.6	19.600	22.736
Elemento 10	45	47	45	46	47	46.0	46.000	53.360
Elemento 11	72	73	74	72	74	73.0	73.000	84.680
							Total	597.168

Toma de tiempos para el proceso de habilitación de tablas de parte inferior

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	2	3	2	3	4	2.8	2.800	3.248
Elemento 2	0.3	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.420	0.487
Elemento 3	45	49	48	53	47	48.4	48.400	56.144
Elemento 4	14	17	15	14	13	14.6	14.600	16.936
Elemento 5	0.3	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.420	0.487
Elemento 6	54	53	52	53	52	52.8	52.800	61.248
Elemento 7	27	28	27	27	28	27.4	27.400	31.784
Elemento 8	13	12	12	13	14	12.8	12.800	14.848
Elemento 9	21	22	22	21	20	21.2	21.200	24.592
Elemento 10	47	46	43	46	43	45.0	45.000	52.200
Elemento 11	27	28	26	27	25	26.6	26.600	30.856
							Total	292.830

Toma de tiempos del proceso de cepillado de listones

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	0.3	0.4	0.5	0.3	0.5	0.4	0.400	0.464
Elemento 2	44	46	44	44	43	44.2	44.200	51.272
Elemento 3	14	15	13	16	15	14.6	14.600	16.936
Elemento 4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.400	0.464
Elemento 5	52	53	52	47	46	50.0	50.000	58.000
Elemento 6	17	13	14	14	15	14.6	14.600	16.936
Elemento 7	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.4	0.420	0.487
Elemento 8	42	48	47	46	45	45.6	45.600	52.896
Elemento 9	13	12	13	14	14	13.2	13.200	15.312
Elemento 10	9	6	8	8	7	7.6	7.600	8.816
Elemento 11	10	11	8	10	11	9.9	9.900	11.484
Elemento 12	12	11	13	11	12	11.8	11.800	13.688
Elemento 13	18	18	20	18	20	18.8	18.800	21.808
							Total	268.563

Toma de tiempos para el proceso de habilitación de tablas parte superior

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5	0.4	0.400	0.464
Elemento 2	240	243	247	249	248	245.4	245.400	284.664
Elemento 3	10	9	11	10	9	9.8	9.800	11.368
Elemento 4	12	11	13	14	12	12.4	12.400	14.384
Elemento 5	21	21	23	23	22	22.0	22.000	25.520
Elemento 6	33	32	33	34	31	32.6	32.600	37.816
							Total	374.216

ANEXO N°7 Toma de tiempos del proceso mejorado

Condiciones:

N° Observaciones: Cinco observaciones por cada elemento

Fecha de toma de tiempos: Octubre 2015 y Diciembre del 2015

Muestra : aleatoria

Nomenclatura:

TP=Tiempo Promedio

TN=Tiempo Normal

TS=Tiempo Estándar

Calificación de la valoración

Habilidad	-0.05
Esfuerzo	0.05
Condiciones	0.00
Consistencia	0.00
Total	1.00

Suplementos aplicados

A.Suplemento constante	5
B.Suplementos variables	
B.1 Suplemento por trabajar de pie	2
B.2 Postura ligeramente comoda	0
B.3 Uso de la fuerza	9
B.7 Ruido	0
Total	16

Toma de tiempos para el proceso de selección de madera

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	11	12	11	14	13	12.2	12.200	14.152
Elemento 2	17	18	19	18	17	17.8	17.800	20.648
Elemento 3	21	19	21	18	20	19.8	19.800	22.968
Elemento 4	18	19	17	19	20	18.6	18.600	21.576
Elemento 5	15	14	16	14	16	15.0	15.000	17.400
Elemento 6	18	18	15	15	16	16.4	16.400	19.024
Elemento 7	10	12	10	9	11	10.4	10.400	12.064
Elemento 8	11	10	11	13	12	11.4	11.400	13.224
Elemento 9	16	15	16	16	15	15.6	15.600	18.096
Elemento 10	16	15	14	15	14	14.8	14.800	17.168
							Total	176.320

Toma de tiempos para el proceso de habilitación de listones de madera

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	2	3	2	2	2	2.2	2.200	2.552
Elemento 2	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.400	0.464
Elemento 3	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.420	0.487
Elemento 4	52	51	51	54	52	52.0	52.000	60.320
Elemento 5	26	27	25	26	25	25.8	25.800	29.928
							Total	93.751

Toma de tiempos para el segundo corte para habilitación de listones

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.700	0.812
Elemento 2	19	21	19	21	18	19.6	19.600	22.736
Elemento 3	23	22	21	22	19	21.4	21.400	24.824
Elemento 4	31	30	32	29	30	30.4	30.400	35.264
Elemento 5	13	12	11	15	14	13.0	13.000	15.080
Elemento 6	47	46	47	47	46	46.6	46.600	54.056
							Total	152.772

Toma de tiempos del segundo corte para la habilitación de tablas parte superior

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	0.4	0.5	0.3	0.5	0.4	0.4	0.420	0.487
Elemento 2	245	243	246	248	246	245.6	245.600	284.896
Elemento 3	14	16	15	13	17	15.0	15.000	17.400
Elemento 4	13	12	12	11	13	12.2	12.200	14.152
Elemento 5	22	21	23	23	21	22.0	22.000	25.520
Elemento 6	34	33	31	30	31	31.8	31.800	36.888
							Total	379.343

Toma de tiempos del segundo corte para la habilitación de tablas de parte inferior

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.460	0.534
Elemento 2	28	27	30	29	24	27.6	27.600	32.016
Elemento 3	7	6	8	7	5	6.6	6.600	7.656
Elemento 4	0.7	1.2	1	0.8	0.9	0.9	0.920	1.067
Elemento 5	2.5	3	2	3	3	2.7	2.700	3.132
Elemento 6	5.6	5.4	5.7	5.7	6.1	5.7	5.700	6.612
							Total	51.017

Toma de tiempos del corte de despunte de listones

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.400	0.464
Elemento 2	84	83	85	82	83	83.4	83.400	96.744
Elemento 3	11	12	13	9	11	11.2	11.200	12.992
Elemento 4	116	117	114	115	118	116.0	116.000	134.560
Elemento 5	12	12	13	12	13	12.4	12.400	14.384
Elemento 6	9	11	9	9	10	9.6	9.600	11.136
Elemento 7	11	12	13	12	11	11.8	11.800	13.688
Elemento 8	19	21	18	23	24	21.0	21.000	24.360
Elemento 9	14	17	16	16	17	16.0	16.000	18.560
							Total	326.888

Toma de tiempos del corte de despunte de tablas de parte superior

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.440	0.510
Elemento 2	62	59	61	62	63	61.4	61.400	71.224
Elemento 3	21	22	20	21.5	21	21.1	21.100	24.476
Elemento 4	48	47	49	51	52	49.4	49.400	57.304
Elemento 5	58	53	54	57	54	55.2	55.200	64.032
Elemento 6	7	7	6	7	7	6.8	6.800	7.888
Elemento 7	12	13	12	11	12	12.0	12.000	13.920
Elemento 8	9	10	12	10	12	10.6	10.600	12.296
Elemento 9	13	14	14	12	14	13.4	13.400	15.544
							Total	267.194

Toma de tiempos del corte de despunte de tablas de parte inferior

Elemento	Observaciones					TP	TN	TS
	1	2	3	4	5			
Elemento 1	0.4	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.420	0.487
Elemento 2	11	12	13	12	12	12.0	12.000	13.920
Elemento 3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.400	0.464
Elemento 4	11	12	12	10	12	11.4	11.400	13.224
Elemento 5	6	5	5	6	7	5.8	5.800	6.728
Elemento 6	7	8	7	8	7	7.4	7.400	8.584
Elemento 7	5	6	6	7	7	6.2	6.200	7.192
Elemento 8	11	10	9	11	12	10.6	10.600	12.296
Elemento 9	7	8	8	7	8	7.6	7.600	8.816
							Total	71.711

