UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

CARRERA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

Estrategia de producción para aumentar el rendimiento en la planta industrial de la Empresa Emproforsa del cantón Quevedo, año 2014.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

SANDRO ARCADIO DAZA BRAVO

DIRECTORA

ING. TERESA LLERENA GUEVARA, MSC.

QUEVEDO – ECUADOR.

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Sandro Arcadio Daza Bravo**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

SANDRO ARCADIO DAZA BRAVO

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.

La suscrita, Ing. Teresa Llerena Guevara, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Sandro Arcadio Daza Bravo, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial titulado "ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA EMPROFORSA DEL CANTÓN QUEVEDO, AÑO 2014.", bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

ING. TERESA LLERENA GUVARA, MSC.

DIRECTORA

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado:

Ing. Pedro Intriago Zamora, Msc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Milton Peralta Fonseca, MBA.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Augusto Chandi Estrada, Msc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE GENERAL

		Pág.
	Portada	i
	Declaración de autoría y cesión de derechos	ii
	Certificación del director de tesis	iii
	Tribunal de tesis	iv
	Agradecimiento	v
	Dedicatoria	vi
	Índice general	vii
	Índice de cuadros	xii
	Índice de figuras	xiv
	Índice de gráficos	xv
	Índice de anexos	xvi
	Resumen ejecutivo	xvii
	Abstrac	xviii
	CAPITULO I: MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1.	Introducción	2
1.1.1.	Problematización	3
1.1.2.	Justificación	4
1.2.	Objetivos	4
1.2.1.	Objetivo General	4
1.2.2.	Objetivos Específicos	5
1.3.	Hipótesis	5
	CAPITULO II: MARCO TEORICO	6
2.1.	Fundamentación teórica	7
2.1.1.	Balsa: Taxonomía e identificación botánica	7
2.1.1.1.	Descripción tecnológica de la balsa	7
2.1.1.2.	Produccion de balsa	7
2.1.1.3.	Industria de la balsa	8
2.1.2.	Estrategia de producción	8
2.1.2.1.	Importancia de las estrategias de producción	9

2.1.2.2. Factores que moldean las estrategias de producción 9
2.1.3. Eficiencia 10
2.1.4. Eficacia 10
2.1.5. Productividad 10
2.1.5.1. Importancia de la productividad 11
2.1.5.2. Razones para la importancia de la productividad 12
2.1.5.3. Indicadores de productividad 13
2.1.5.4. Productividad laboral 13
2.1.5.5 Productividad total de los factores 13
2.1.6. Proceso 13
2.1.6.1. Proceso de producción 14
2.1.7. Tipos de producción 14
2.1.7.1. Producción por trabajo 14
2.1.7.2. Producción por lote 15
2.1.7.3. Producción en cadena 15
2.1.8. Diseño del trabajo 16
2.1.9. Diagrama de procesos 17
2.1.9.1. Diagrama de flujo de los procesos 17
2.1.10. Optimización 18
2.1.10.1. Optimización de procesos 18
2.1.10.2. Técnicas para optimizar la producción 18
2.1.10.3. Técnicas de ingeniería y análisis económico 19
2.1.10.4. Técnicas relacionadas al comportamiento 20
2.1.10.5. Técnicas de optimización basadas en la tecnología 20
2.1.10.6. Técnicas de optimización basadas en los inventarios 20
2.1.10.7. Técnicas de optimización basadas en la mano de obra 21
2.1.10.8. Técnicas de optimización basadas en el producto 21
2.1.10.9. Técnicas de optimización basadas en las tareas 21
2.1.11. Desperdicio 22
2.1.11.1. Los desperdicios en la empresa industriales 22
2.1.12. Inventarios 24
2.1.12.1. Costos de los inventarios 24
2.1.12.2. Propósito de los inventarios 25

2.1.12.3. Razones para mantener los inventarios 25
2.1.13. Mejora continua 26
2.1.13.1. Requisitos para la mejora continua 27
2.1.13.2. Herramientas para la mejora continua 27
2.1.14. Metodología Kaizen como estrategia de producción 31
2.1.14.1. Por qué KAIZEN 33
2.1.14.2. Metas del KAIZEN 33
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 34
3.1. Materiales y métodos 35
3.1.1. Localización y duración de la investigación 35
3.1.2. Materiales y equipos 35
3.1.2.1. Equipo Humano 35
3.1.2.2. Materiales de Oficina 35
3.1.2.3. Equipo de Oficina 36
3.2. Tipos de Investigación 36
3.2.1. Investigación descriptiva 36
3.2.2. Investigación de campo 36
3.2.3. Investigación bibliográfica 36
3.3. Métodos de Investigación 36
3.3.1. Método estadístico 36
3.3.2. Método analítico 37
3.3.3. Método inductivo 37
3.3.4. Método deductivo 37
3.4. Población y Muestra 37
3.4.1. Población 37
3.4.2. Muestra 38
3.5. Presupuesto y financiamiento 38
3.5.1. Presupuesto 38
3.5.2. Financiamiento 38
3.5.2.1. Fuentes 38
3.5.2.2. Rubros 38
3.6. Procedimiento Metodológico 39

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40
4.1. Resultados 41
4.1.1. Diagnóstico sobre la situación y rendimiento de la planta de producción. 42
4.1.1.1. Resultados de la encuesta realizada a los empleados administrativos y personal de planta de la empresa EMPROFORSA 42
4.1.1.2. Resultados de la entrevista dirigida al jefe de producción de la empresa EMPROFORSA del cantón Quevedo 49
4.1.2. Etapas del proceso que tienen porcentajes altos de desperdicio 51
4.1.2.1. Máquinas involucradas en el proceso de maquinado y flujo de proceso 51
4.1.2.2. Espesores de madera en la industria maderera de balsa 54
4.1.2.3. Instrucción de trabajo, dimensiones de la materia prima seca de 8 a 12% de humedad 54
4.1.2.4. Análisis del rendimiento actual de cada proceso 54
4.1.2.5. Rendimiento promedio por espesores 60
4.1.2.6. Pérdida de peso por espesores 61
4.1.3. Causas que originan porcentajes altos de desperdicio en el proceso de producción y priorización de las mismas 62
4.1.3.1. Causas que generan desperdicio en el cepillo de dos caras 62
4.1.3.2. Priorización de causas que originan el alto desperdicio en el proceso de cepillado 63
4.1.3.3. Causas que generan desperdicio en la mesa de sierra 64
4.1.3.4. Priorización de causas que originan el alto desperdicio en el proceso de mesa de sierra 65
4.1.3.5. Causas que generan desperdicio en el proceso de canteado 66
4.1.3.6. Priorización de causas que originan el alto desperdicio en el proceso de canteado 66
4.1.3.7. Causas que generan desperdicio en el proceso de pendulado 68

4.1.3.8. Priorización de causas que originan el alto desperdicio en el proceso de pendulado 68
4.1.4. Estrategia de producción para mejorar el rendimiento y la productividad de la planta 70
4.1.4.1. Estrategia para el proceso de cepillado 70
4.1.4.2. Estrategia para el proceso de mesa de sierra 71
4.1.4.3. Estrategia para el proceso de canteado 71
4.1.4.4. Comprobación del rendimiento según la estrategia de producción propuesta 72
4.1.4.5. Rendimiento promedio por espesores según propuesta 77
4.1.4.6. Resumen de pérdida de peso por espesores según propuesta 78
4.1.4.7. Medición del rendimiento de la planta industrial 79
4.2. Discusión 81
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 83
5.1. Conclusiones 84
5.2. Recomendaciones 86
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA 87
6.1. Literatura Citada 88
CAPITULO VII: ANEXOS 91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Resultados del conocimiento de la medición del rendimiento	41
2	Resultados del rendimiento de la planta	42
3	Resultados sobre el establecimiento de controles	43
4	Resultados del conocimiento de evaluación de la producción	44
5	Resultados del desperdicio generado en la planta	45
6	Resultados sobre la disminución del desperdicio generado	46
7	Resultados de procesos con mayor porcentaje de desperdicio	47
8	Resultados el diseño de una estrategia de producción	48
9	Espesores de madera EMPROFORSA	54
10	Espesores de madera EMPROFORSA	54
11	Análisis rendimiento espesor 1”	55
12	Análisis rendimiento espesor 1.5”	56
13	Análisis rendimiento espesor 2”	57
14	Análisis rendimiento espesor 2.5”	58
15	Análisis rendimiento espesor 3”	59
16	Resumen del Rendimiento actual de la empresa	60
17	Porcentaje de pérdida de peso por proceso y por espesor	61
18	Criterios para calificar y priorizar	62
19	Selección de causas dada por las personas que trabajan en el proceso de cepillado	63
20	Selección de causas dada por las personas que trabajan en el proceso de mesa de sierra	65
21	Selección de causas dada por las personas que trabajan en el proceso de canteado	67
22	Selección de causas dada por las personas que trabajan en el proceso de pendulado	69
23	Espesores de madera propuestos para el proceso de cepillado	70
24	Comprobación del rendimiento madera de 1”	72
25	Comprobación del rendimiento madera de 1.5”	73
26	Comprobación del rendimiento madera de 2”	74

27 Comprobación del rendimiento madera de 2.5” 75
28 Comprobación del rendimiento madera de 3” 76
29 Rendimiento promedio por espesores según propuesta 77
30 Resumen de pérdida de peso por espesores según propuesta 78
31 Datos a recopilar para cálculo del rendimiento 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Simbología utilizada en los diagramas de flujo	17
2	Ciclo de la mejora continua	26
3	Formato análisis diagrama causa-efecto	30
4	Formato hoja de inspección	31
5	Resultados de la metodología Kaizen	32
6	Flujo del proceso área de maquinado	53
7	Diagrama causa-efecto alto desperdicio en el cepillado	63
8	Diagrama causa-efecto alto desperdicio en la mesa de sierra	64
9	Diagrama causa-efecto alto desperdicio en proceso de canteado	66
10	Diagrama causa-efecto alto desperdicio en proceso de pendulado	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico		Pág.
1	Resultados del conocimiento de la medición del rendimiento	41
2	Resultados del rendimiento de la planta	42
3	Resultados sobre el establecimiento de controles	43
4	Resultados del conocimiento de evaluación de la producción	44
5	Resultados del desperdicio generado en la planta	45
6	Resultados sobre la disminución del desperdicio generado	46
7	Resultados de procesos con mayor porcentaje de desperdicio	47
8	Resultados el diseño de una estrategia de producción	48
9	Rendimiento de madera de espesor 1”	55
10	Rendimiento de madera de espesor 1.5”	56
11	Rendimiento de madera de espesor 2”	57
12	Rendimiento de madera de espesor 2.5”	58
13	Rendimiento de madera de espesor 3”	59
14	Resumen del Rendimiento actual de la empresa	60
15	Porcentaje de pérdida de peso por proceso y por espesor	61
16	Causas que generan alto desperdicio en el proceso de cepillado	64
17	Causas que generan alto desperdicio en el proceso de mesa de sierra	65
18	Causas que generan alto desperdicio en el proceso de canteado	67
19	Causas que generan alto desperdicio en el proceso de pendulado	69
20	Comprobación del rendimiento madera de 1”	72
21	Comprobación del rendimiento madera de 1.5”	73
22	Comprobación del rendimiento madera de 2”	74
23	Comprobación del rendimiento madera de 2.5”	75
24	Comprobación del rendimiento madera de 3”	76
25	Rendimiento promedio por espesores según propuesta	77
26	Resumen de pérdida de peso por espesores según propuesta	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Pág.
1	Encuesta dirigida al personal administrativo y de planta de la empresa EMPROFORSA del cantón Quevedo	92
2	Entrevista dirigida al jefe de producción de la empresa EMPROFORSA del cantón Quevedo	95
3	Formato para evaluacion del rendimiento de la planta	96
4	Ubicación de la empresa	97
5	Fotos planta industrial	98
6	Fotos realizando encuesta en la planta de producción	99

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación titulado: “ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA EMPROFORSA DEL CANTÓN QUEVEDO, AÑO 2014” examina las particularidades de la estructuración de la gestión de producción aplicada en la empresa, sus consecuencias en el rendimiento y productividad, teniendo en consideración las debilidades que presenta.

Los objetivos específicos de la investigación fueron: Realizar diagnóstico de la situación y rendimiento actual de la planta de producción, identificar las etapas del proceso que tienen porcentajes altos de desperdicio, determinar las causas que originan los porcentajes altos de desperdicio en el proceso de producción y desarrollar estrategia de producción para mejorar el rendimiento y la productividad de la planta.

El levantamiento de información se hizo mediante las técnicas pertinentes como lo representa: la encuesta, entrevista; asimismo, esto se benefició e intermedió mediante los instrumentos pertinentes como lo son: cámara fotográfica y cuaderno de notas.

El estudio concluyo que el proceso de cepillado es el que más alto porcentaje de desperdicio genera, alrededor del 20.83% en promedio de todos los espesores de madera de balsa que se trabajan en la planta, esta situación conlleva a que el rendimiento promedio de la planta industrial se encuentre en el 59.06%.

Además los altos porcentajes de desperdicio y el bajo rendimiento de la planta se dan principalmente al exceso de limpieza o sobre procesamiento de la madera de balsa en los procesos de cepillado, mesa de sierra y canteado.
Esta investigación sirvió para el desarrollo efectivo de una estrategia de producción basada en la mejora continua en la empresa EMPROFORSA de cantón Quevedo con la finalidad de mejorar y aumentar su rendimiento.

ABSTRAC

This research work entitled "STRATEGY TO INCREASE PRODUCTION PERFORMANCE IN INDUSTRIAL PLANT COMPANY CANTON EMPROFORSA Quevedo, YEAR 2014" examines the peculiarities of the structure of management applied to the production company, its impact on the performance and productivity, taking into account the weaknesses of.

The specific objectives of the research were: Perform analysis of the situation and current performance of the production plant, identify the stages that have high percentages of waste, determine the causes of the high levels of waste in the production process and develop production strategy to improve the performance and productivity of the plant.

The information gathering was done through appropriate techniques as represented: the survey interview; also benefited this and mediated through relevant instruments such as: camera and notebook.

The study concluded that the brushing process is the highest percentage of waste generated, about 20.83% on average for all thicknesses of balsa wood that work on the ground, this situation leads to the average performance of the plant Industrial are in the 59.06%.

In addition, high percentages of waste and poor performance of the plant are given primarily to excess cleaning or processing balsa wood in the process of brushing, saw table and edging.

This research served to the effective development of a production strategy based on continuous improvement in the company EMPROFORSA Quevedo Canton in order to improve and enhance its performance.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Nuestra región es la número uno en producción y exportación de la especie de madera de balsa; y, debido al considerable aumento en la demanda de los productos derivados de esta madera, se hace necesario mejorar el rendimiento de los procesos de las plantas industrializadoras.

La innovación en las estrategias de producción lleva a buscar mejores formas de producir, disminuyendo desperdicios y aumentando el rendimiento en los procesos, es así que con este proyecto para diseñar una estrategia de producción en la planta industrial de la empresa EMPROFORSA permitirá desarrollar y aumentar su rendimiento y productividad.

Las estrategias de producción para aumentar el rendimiento se constituyen en herramientas importantes para las empresas, ya que brindan la evaluación correspondiente adoptando adecuadas decisiones, mejorando el desempeño y el flujo ideal de las actividades en los procesos de las empresas, que conllevan a la verificación si la actual gestión de producción es la adecuada para las necesidades de EMPROFORSA en el sector industrial maderero local, regional y nacional.

EMPROFORSA es una organización joven, inicio sus operaciones en el mes de febrero del año 2010, uno de los motivos para que hasta el momento no haya podido alcanzar niveles aceptables en cuanto a su rendimiento y productividad, convirtiéndose en deseable la evaluación y diseño de una estrategia de producción con criterios orientados hacia la maximización de su rendimiento, así como el óptimo aprovechamiento de los recursos.

Con este argumento es necesario que EMPROFORSA incorpore en su planta de producción un proceso de evaluación de su rendimiento y productividad, la cual entre sus propósitos tiene el de medir el resultado de sus indicadores de producción y por ende acrecentar los niveles de rentabilidad de la empresa.

Lo anteriormente expuesto, se orientará hacia una estrategia de producción en EMPROFORSA, a través de las herramientas de gestión de producción, bajo principios y reglamentos que se enmarquen en la obtención de conclusiones y recomendaciones propicias y alcanzables.

1.1.1. Problematización

La madera de balsa es un producto renovable que está adquiriendo cada vez más valor en un gran número de sectores industriales; es extremadamente liviana, pero tiene a la vez una relación resistencia-peso muy alta, además tiene la cualidad de que se puede tallar con suma facilidad. Por todos estos motivos la madera de balsa se utiliza en algunos de los procesos de fabricación de tableros, tabiques, aviones y barcos cascos y cubiertas de las lanchas motoras costeras de gran velocidad y aeromodelismo más avanzados del mundo.

La empresa de productos forestales S.A. (EMPROFORSA), está activa en el sector maderero desde febrero del 2010, el objetivo principal de la empresa se centra en la producción y comercialización de bloques de madera de balsa, los que se conforman con listones de madera de balsa encoladas. Este producto se comercializa como materia prima para empresas a nivel local y regional, especialmente para la producción de paneles de balsa y tabiquería.

Actualmente la demanda de productos de madera de balsa a nivel mundial, la creación de nuevas empresas procesadoras en este sector industrial a nivel local y regional, y el costo de la materia prima van en aumento, esto obliga a que la empresa busque estrategias para ser productiva y aumentar su rendimiento.

EMPROFORSA mantiene índices de rendimiento muy por debajo de los promedios a nivel de las empresas del mismo sector industrial. Por ello que la evaluación y diseño de una estrategia de producción establecerá la pauta para

determinar y aumentar el rendimiento de la planta de producción de la empresa.

1.1.2. Justificación

El rendimiento productivo es un factor determinante en el crecimiento económico de las empresas, de ahí la importancia de su estudio, análisis y valoración en los distintos sectores industriales. Desde el punto de vista del rendimiento productivo, el estudio conjunto de diversos elementos que intervienen en el mismo (capital, inversión en nuevas tecnologías, métodos, procesos, etc.) permite determinar el lugar que ocupa la industria con respecto a la competencia del mismo sector.

El proyecto planteado constituye una oportunidad para la empresa EMPROFORSA; ya que con estrategias e innovaciones en los procesos que se generan en la actualidad, es necesario optimizar los procesos de producción, mejorándolos con técnicas y métodos más eficientes.

La industria maderera de balsa EMPROFORSA del cantón Quevedo, para ser competitiva en el sector industrial donde se desenvuelve debe producir con un alto rendimiento; por lo que es indispensable ejecutar cambios importantes; como utilizar nuevas estrategias de producción, reduciendo desperdicios y aumentando el rendimiento y productividad de sus procesos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Diseñar una estrategia de producción para aumentar el rendimiento en la planta industrial de la empresa EMPROFORSA del cantón Quevedo, año 2014.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar diagnóstico de la situación y rendimiento actual de la planta de producción.
- Identificar las etapas del proceso que tienen porcentajes altos de desperdicio.
- Determinar las causas que originan los porcentajes altos de desperdicio en el proceso de producción.
- Desarrollar estrategia de producción para mejorar el rendimiento y la productividad de la planta.

1.3. Hipótesis.

El diseño de una estrategia de producción para aumentar el rendimiento repercute en la productividad de la planta de producción de la empresa EMPROFORSA S.A. del cantón Quevedo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Balsa: Taxonomía e identificación botánica

(Vinueza, 2012). *Ochroma pyramidale*. Pertenece a la familia botánica BOMBACACEAE. Según León y Alain (1953), sus principales sinónimos son *Ochroma lagopus, Bombax pyramidale* Cav. y *O. piramidale* Urb. Little y otros (1967) dicen que la balsa de Puerto Rico es *O. pyramidalis (Cav.*) (LAMPRECHT, 1990).

Las especies del género *Ochroma*, son conocidas con los nombres comunes de: balsa, lanero, ceibón lanero y ceibón botija (Cuba); balsa lanero y guano (Puerto Rico); lana, palo de lana y lanero (República Dominicana; balso y balsa (Ecuador y Perú).

2.1.1.1. Descripción tecnológica de la balsa

(Espinoza, 2007). La densidad varía entre 0.07 g/cm3 y 0.15 g/cm3, la más corriente es de 0.12 g/cm3. En Ecuador han determinado que el peso específico varía mucho y que el promedio es de 0.13 g/cm3, en peso seco al horno. La madera es más ligera cuando los árboles tienen 4 a 6 años de edad, que es la oportunidad donde se deben talar, ya que a los 10 años es más densa y pierde su valor comercial. Estudios realizados en Ecuador han permitido llegar a la conclusión de que, a partir de los 8 años, el árbol empieza a formar madera de color ligeramente rosado (la cual generalmente, no se usa), y que después de 10 años la madera que se forma en las capas exteriores es bastante dura.

2.1.1.2. Producción de balsa

(Vinueza, 2012). El Ecuador es el primer país productor y exportador de balsa en el mundo. La madera aserrada se utiliza para exportación, para producir bloques, tableros y artesanías.

La globalización presente a nivel mundial y la preocupación de las grandes compañías por mantener su competitividad en el mercado mundial son factores que obligan a que las empresas busquen soluciones para reducir sus costos y mejorar su competitividad.

Los estudios hechos por las empresas de esta industria consideran que en los próximos años existirá un déficit de madera a nivel mundial, mientras la demanda del producto va en aumento.

2.1.1.3. Industria de la balsa

(BALSEBOT, 2012). Es utilizada en varios sectores:

- Naviero (construcción de embarcaciones y botes de placer).
- Aeronáutico (construcción de aviones)
- Automovilístico (construcción de partes automóviles),
- Aeromodelismo (construcción de aviones, helicópteros , barcos), *
- Acústico (estudios de sonido)
- Termodinámico—Aislante térmico (embalaje especiales para alimentos perecederos congelados, material aislante masivo libre de fuerzas electrostáticas en barcos para transporte criogénico), *
- Acabados de la construcción (cielo raso, tableros interiores, tabiques interiores, cajones de embalaje liviano, debajo de maquinaria pesada para prevenir la transmisión de vibraciones a otras partes.
- Otros productos flotantes que se puedan elaborar: son boyas, flotadores de redes y anzuelos, sonda, artículos deportivos acuáticos como tablas hawaianas y deslizadores, cinturones y botes salvavidas, casas flotantes. Para modelajes; maquetas, ornas de sombreros y zapatos. Artesanías, juguetes y bisutería.

2.1.2. Estrategia de producción

(Sarkissian, 2000). La estrategia de producción u operaciones se refiere al modelo de decisiones o cursos de acción que la organización necesita para

producir bienes y servicios. La estrategia de producción muestra la dirección que la producción o la función operativa de una empresa deben tomar. Esto tiene importantes consecuencias para la forma en que los medios de producción se seleccionan, implementan y administran.

(Moran, 2009). En el campo de la administración, una estrategia es el patrón o plan que integra las principales metas y políticas de una organización y a la vez, establece la secuencia coherente de las acciones a realizar; también, se identifica como el arte de crear y proyectar planes para alcanzar una meta concreta.

2.1.2.1. Importancia de las estrategias de producción

(Moran, 2009). Es el eslabón clave de la organización para responder de manera efectiva y distintiva, al cúmulo creciente de necesidades, deseos y expectativas de los clientes, para lo cual es necesario diseñar, formular y poner en práctica estrategias de producción adecuadas y pertinentes.

Formular la estrategia de producción determinará qué decisiones deben adoptarse, para que la producción conduzca a la empresa a alcanzar ventajas competitivas a medio/largo plazo.

2.1.2.2. Factores que moldean las estrategias de producción

(Moran, 2009). Cuando se decide qué estrategia de producción adoptar existen una serie de factores internos y externos que afectan la toma de decisiones, estos factores están implícitos en la determinación de la misión y los objetivos de la empresa, éstos son:

- Las oportunidades y amenazas del entorno.
- Las fortalezas y debilidades de la empresa.
- La historia de la misma.
- Personalidad, los valores y las ambiciones de los directivos.

- La cultura de la empresa.

2.1.3. Eficiencia.

(Mokake Karen, 2011). La eficiencia se puede entender como el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Capacidad de producción}}$$

(Chase Richard, 2009). Significa hacer algo al costo más bajo posible, en términos generales la meta de un proceso eficiente es producir un bien o prestar un servicio utilizando la menor cantidad posible de insumos.

2.1.4. Eficacia

(Chase Richard, 2009). Significa hacer lo correcto a efecto de crear el valor máximo posible para la compañía. Cuando se maximiza la eficacia y la eficiencia al mismo tiempo muchas veces surgen conflictos entre las dos metas.

2.1.5. Productividad

(Velázquez M., 2007). Describe la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

(Niebel Benjamin & Freivalds Andris, 2009). En el ámbito de desarrollo profesional se le llama productividad (*P*) al índice económico que relaciona la producción con los recursos empleados para obtener dicha producción, expresado matemáticamente como:

P = Producción / Recursos

(Taborda, 2013). Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la manufacturación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados. Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores. Deben de considerarse factores que influyen.

2.1.5.1. Importancia de la productividad

(Niebel Benjamin & Freivalds Andris, 2009). La única forma en que una empresa puede crecer e incrementar sus ganancias es mediante el aumento de su productividad. La mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida.

Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares y el diseño del trabajo.

Todos los aspectos de una industria –ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración- ofrecen áreas fértiles para la aplicación de métodos, estándares y diseño del trabajo. Con mucha frecuencia la gente considera solo la producción, mientras que los demás aspectos de la empresa también pueden beneficiarse de la aplicación de las herramientas para incrementar la productividad.

En términos generales, se entiende por productividad la relación existente entre el producto(s) y el insumo(s). Su medición al nivel de empresa es, entonces, la

cuantificación de la producción obtenida y los insumos utilizados en el proceso productivo.

2.1.5.2. Razones para la importancia de la productividad

(Niebel Benjamin & Freivalds Andris, 2009). Hay al menos cinco razones para que el empresario se preocupe por la productividad y su medición. Ellas son:

- Un valor fundamental del concepto y la medición de la productividad es la estrecha relación entre la productividad y la rentabilidad de la empresa. Por ello, este escrito establece un sistema de indicadores que explícitamente relaciona ambos conceptos.

- Mediante la medición, la productividad en la empresa adquiere una dimensión concreta. Al cuantificar la productividad se precisan conceptos algunas veces difusos, con realidades mensurables, haciendo el concepto mucho más útil.

- La medición de la productividad amplía la planeación de las empresas. Una vez cuantificada la productividad se cuenta con bases sólidas para la planeación estratégica de las empresas y el seguimiento de las acciones contenidas en él. El seguimiento al comportamiento histórico de la productividad revela áreas problemáticas de las empresas.

- Existe una relación estrecha entre la productividad laboral y el nivel salarial. Para los empresarios y los trabajadores es fundamental contar con información precisa para la toma de decisiones relacionadas con la distribución de la riqueza creada por el trabajo y el capital y la determinación de la planta óptima de personal.

- Por último, la medición de la productividad fortalece la cultura de la productividad en el sector productivo, cultura con amplio potencial para el desarrollo empresarial y económico.

2.1.5.3. Indicadores de la productividad

(Centro Nacional de Productividad, 2008). Las empresas convierten los factores aportados por los agentes en bienes y servicios. Esta tarea es muy compleja y su comprensión requiere la construcción de un modelo abstracto de producción. La función de producción indica el valor agregado máximo que puede obtenerse a partir de un conjunto de insumos que se utilizan tan eficientemente cómo es posible. Una manera de medir la eficiencia de una empresa sería el comparar el valor agregado generado por ella con el valor agregado determinado por la función de producción.

2.1.5.4. Productividad laboral

(Doerr Octavio & Sánchez Ricardo, 2006). La productividad laboral o productividad por hora trabajada, se define como el aumento o disminución de los rendimientos en función del trabajo necesario para el producto final.

2.1.5.5. Productividad total de los factores

(Doerr Octavio & Sánchez Ricardo, 2006). La productividad total de los factores (PFT) se define como el aumento o disminución de los rendimientos en la variación de cualquiera de los factores que intervienen en la producción: trabajo, capital o técnica, entre otros. Se relaciona con el rendimiento del proceso económico medido en unidades físicas o monetarias, por relación entre factores empleados y productos obtenidos.

Es uno de los términos que define el objetivo del subsistema técnico de la organización, la productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas.

2.1.6. Proceso

(Chase Richard, 2009). Un proceso se refiere a una parte cualquiera de una organización que toma insumos y los transforma en productos que, según espera, tendrán un valor más alto para ella que los insumos originales

2.1.6.1. Proceso de producción

(Avella Camarero Lucía, 2006). El proceso de producción es un conjunto de actividades mediante las cuales uno o varios factores productivos se transforman en productos. La transformación crea riqueza, es decir. Añade valor a los componentes o inputs adquiridos por la empresa. El material comprado es más valioso y aumenta su potencialidad para satisfacer las necesidades de los clientes a medida que avanza a través del proceso de producción.

(Sapag Nassir & Sapag Reinaldo, 2011). El proceso de producción se define como la forma en que una serie de insumos se transforman en productos mediante la participación de una determinada tecnología (combinación de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación).

2.1.7. Tipos de Producción

(Chiles Vic, 2006). Existen tres tipos básicos de producción, diferenciados por la manera en que se realizan las operaciones y su control.

2.1.7.1. Producción por trabajo

(Chiles Vic, 2006). En la producción por trabajo un producto lo fabrica un operador (o grupo de operadores) que trabajan y terminan un objeto antes de proseguir al siguiente trabajo, que puede ser diferente o del mismo tipo.

Cuando la tecnología que interviene es de bajo nivel, la organización es simple y puede constar de una instrucción “hacer completo”, pero en productos complejos puede necesitarse una estructura de control de proyecto, en que la planeación y el control pueden utilizar técnicas como el análisis de ruta crítica. Cualquiera que sea el tipo de control necesario, debe haber:

1. Clara definición de objetivos.

2. Acuerdo acerca de resultados cuantificables en tiempos especificados.
3. Supervisión facultada para tomar decisiones.

El grupo de trabajo puede estar formado por varias disciplinas. Generalmente el nivel de capacidad exigido por el operario en la producción por trabajo es más alto, puesto que los operarios deben ser capaces de trabajar con el mínimo de instrucciones. El trabajador puede tener una doble responsabilidad: con respecto al supervisor del trabajo por su rendimiento en este, y con el supervisor de conocimientos por la calidad de su mano de obra.

2.1.7.2. Producción por lote

(Chiles Vic, 2006). En la producción por lote en cada uno de varios objetos idénticos se termina una operación a la vez antes de iniciar la siguiente. Este tipo de producción es aplicable a medida que aumentan las cantidades de un producto, esto exige que el trabajo se distribuya en una serie de operaciones adecuadas a los conocimientos o al equipo. Esta es la técnica que más común que se utiliza en manufactura. Por lo general, se ajusta una máquina para una operación y todas las partes programadas para esa operación se terminan antes de pasar el lote a la siguiente operación, ya sea en la misma maquina después de hacerle los reajustes necesarios, o en otra máquina. Así, solo una parte del proceso y todas las demás están en espera.

La producción por lote es inherentemente flexible, se pueden diseñar intervalos de manera deliberada en el programa de trabajo entre operaciones.

2.1.7.3. Producción en cadena

(Chiles Vic, 2006). En este tipo de producción cada uno de varios objetos idénticos se pasa a otro operario para la segunda operación en cuanto el primero termine la pñrimera, y así sucesivamente por varios operadores hasta terminar el objeto; el primer objeto queda terminado mientras los que le siguen están aún en proceso. Este tipo de producción exige que las máquinas o

estaciones de trabajo estén adyacentes a las de la operación inmediata anterior, y de acuerdo con la secuencia de las operaciones por realizar. Para garantizar el flujo, todas las operaciones deben tener igual duración y llevarse a cabo dentro del flujo, incluyendo cualquier inspección que sea necesaria.

Para que este tipo de producción tenga éxito y sea económicamente rentable debe haber demanda prácticamente continua, ya sea de hecho o almacenar productos durante periodo de baja demanda.

2.1.7.3.1. Ventajas de la producción en cadena

(Chiles Vic, 2006).

- El contenido total de la mano de obra se reduce en virtud de una mejor eficiencia de operadores resultado del alto grado de planeación y equipamiento necesarios.
- La reproductibilidad de un producto mejora, al igual que la calidad, por las mismas razones.
- Los puntos débiles en planta son mínimos, reduciendo el capital de trabajo necesario, La necesidad de un estrecho programa de trabajo reduce de manera semejante las existencias de materia prima.
- Se reducen los costos de manejo y se eliminan danos potenciales por mal manejo.
- Se simplifican la carga en talleres y controles en estos. Los puntos débiles en plantas, el método, los materiales y el personal se designan rápidamente para entrar en acción.

2.1.8. Diseño del trabajo

(Niebel Benjamin & Freivalds Andris, 2009). Los principios de diseño de trabajo deben utilizarse con el fin de adaptar la tarea y la estación de trabajo ergonómicamente al operador humano. Es necesario que el ingeniero de métodos de trabajos incorpore siempre principios de diseño del trabajo en todo

nuevo método, de tal manera que no solo sea más productivo sino también más seguro y libre de riesgos para el operador.

2.1.9. Diagramas de proceso

(Julietas, 2009). Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transporte, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

2.1.9.1. Diagrama de flujo de los procesos

(Chase Richard, 2009). Las actividades asociadas a un proceso con frecuencia se afectan unas a otras, por lo cual es importante considerar el desempeño simultáneo de una serie de actividades que operan todas al mismo tiempo. Una forma aconsejable de empezar a analizar un proceso es haciendo un diagrama que muestre los elementos básicos de un proceso, por lo general, las tareas, los flujos y las zonas de almacenamiento. Las tareas se presentan en forma de rectángulos, los flujos como flechas y el almacenamiento de bienes o de otros artículos como triángulos invertidos. A veces, los flujos que pasan por un proceso se dirigen en distintos sentidos, dependiendo de ciertas condiciones

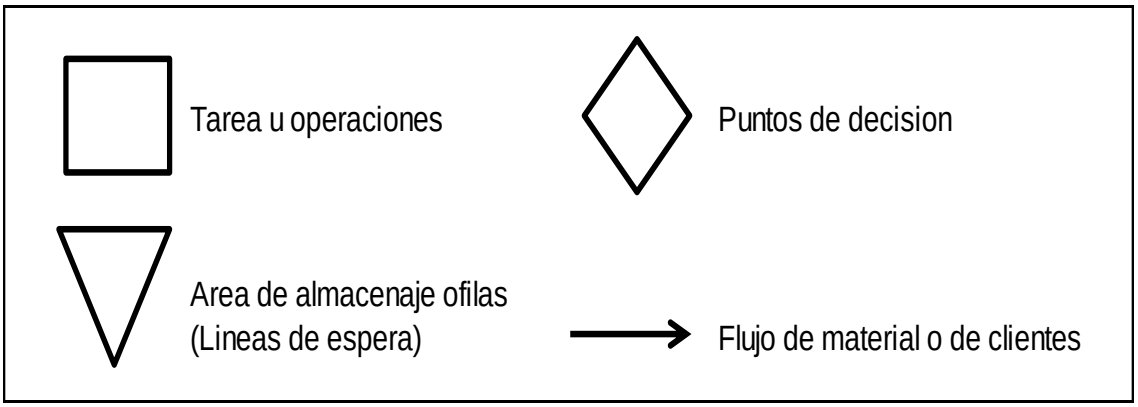


Figura 1: Simbología utilizada en los diagramas de flujo

2.1.10. Optimización

(Moncayo, 2011). Optimizar una producción o un proceso industrial significa mejorarlo utilizando o asignando todos los recursos que intervienen en el de la manera más excelente posible.

La optimización está orientada a producir más y mejor a un menor costo, bajo dos metas fundamentales:

- Maximizar ganancias.
- Minimizar costos

Optimizar un proceso implica en primer lugar poseer el conocimiento total del mismo, es decir, se necesita poseer toda la información relativa de las operaciones realizadas en forma sistemática. Solamente conociendo el proceso en su totalidad se puede proceder al Análisis del mismo y de las Operaciones para su mejoramiento.

2.1.10.1. Optimización de procesos

(Seguel, 2008). La optimización de procesos tiene varios matices, seguidores y detractores, pero lo cierto es que el término "optimización" en si es demasiado ambicioso para la dinámica de las empresas de hoy las cuales se ven obligadas a "*ajustarse*" al entorno, nuevos estándares y normativas legales. Por esta razón y en el sentido estricto, optimizar procesos es un desafío muy costoso e incluso doloroso para la industria.

2.1.10.2. Técnicas para optimizar la producción

(Seguel, 2008). Las técnicas utilizadas en la realización de programas de mejoramiento de la producción consisten principalmente en la recopilación de la información y el aumento de la eficacia del trabajo.
Los métodos utilizados se clasifican en dos grupos:

- Método Técnico: Técnicas de ingeniería y análisis económico
- Método Humano: Métodos relacionados con el comportamiento.

2.1.10.3. Técnicas de ingeniería y análisis económico

- **Estudio del Trabajo.-** Es una combinación de dos grupos de técnicas; el estudio de los métodos de trabajo y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano e indicar los factores que influyen en la eficiencia.

- **Simplificación del Trabajo.-** Se basa en el supuesto de quienes realmente ejecutan una tarea son con frecuencia los que están en mejor situación de mejorarla.

- **Análisis de Pareto.-** A este análisis se le llama Pareto por un economista italiano que señaló el principio, a menudo llamado la regla 80/20, de que el 80% de los resultados provenían del 20% del esfuerzo.

- **Método Justo a tiempo (JIT).-** Es la producción (o entrega) de los elementos necesarios en la cantidad necesaria y en el momento necesario. El principal objetivo del método JIT es reducir los costos en el proceso de producción, mejoran de ese modo la productividad total de la organización.

- **Análisis Costo-Beneficio.-** Es una técnica eficaz para el mejoramiento de la producción, para determinar el ratio de los beneficios de un proyecto determinado en relación con sus costos, teniendo en cuenta los beneficios y los costos que no pueden medirse directamente en unidades monetarias.

- **Presupuestación Base Cero.-** Es un procedimiento de actuación, planificación y presupestación que impone a todos los gerentes la

obligación de justificar todas sus peticiones presupuestarias en detalle a partir de base cero.

2.1.10.4. Técnicas relacionadas al comportamiento

- **Desarrollo de la Organización.-** Es un proceso planificado, dirigido y sistemático. Su objeto es modificar los sistemas, la cultura y el comportamiento de una organización para mejorar su eficacia. Se ocupa de los aspectos organizativos de las ciencias del comportamiento y está vinculado con el perfeccionamiento de los recursos humanos y la renovación organizativa.

- **Reuniones para estimular la expresión de ideas innovadoras.-** Se trata de un proceso organizado de generación de ideas que evita cualquier evaluación prematura, dado que ésta frecuentemente obstaculiza la producción de buenas ideas.

2.1.10.5. Técnicas de optimización basadas en la tecnología

- Diseño asistido por computadora (CAD)
- Manufactura asistida por computadora.
- Robótica.
- Tecnología Láser.
- Tecnología de energía.
- Tecnología de grupos.
- Graficas por computadora.
- Administración del Mantenimiento.
- Tecnología para la conservación de la energía.

2.1.10.6. Técnicas de optimización basadas en los materiales

- Control de Inventarios.
- Planeación de requerimientos de materiales (MRP).

- Administración de materiales.
- Control de Calidad.
- Materiales reusables y reciclables.

2.1.10.7. Técnicas de optimización basadas en la mano de obra

- Incentivos financieros.
- Promoción de empleados.
- Rotación del personal.
- Participación del trabajador.
- Administración por objetivos.
- Capacitación.
- Curvas de aprendizaje.
- Percepción en funciones.
- Calidad de supervisión.
- Cero defectuosos.
- Equipos de productividad y calidad.
- Administración del tiempo.
- Tiempo flexible.

2.1.10.8. Técnicas de optimización basadas en el producto

- Análisis del Valor/Ingeniería del Valor.
- Diversificación del producto.
- Implicación del producto.
- Investigación y Desarrollo.
- Mejoramiento de la confiabilidad.
- Emulación (Imitación).
- Publicidad y Promoción.

2.1.10.9. Técnicas de optimización basadas en las tareas

- Ingeniería de Métodos/Simplificación del Trabajo

- Medición del Trabajo.
- Diseño del Trabajo.
- Evaluación del Trabajo.
- Diseño de Seguridad en el Trabajo.
- Ingeniería de factores Humanos (Ergonomía).
- Programación de la Producción.

2.1.11. Desperdicio

(Cuatrecasas Lluis, 2010). Es cualquier actividad o consumo de recursos que no aporte valor añadido (algo que el cliente valore), teniendo en cuenta que, además y como toda actividad o consumo, supone un costo.

2.1.11.1. Los desperdicios en las empresas industriales

(Cuatrecasas Lluis, 2010). En las empresas industriales los desperdicios se pueden en clasificar en siete grandes grupos, se detallan a continuación:

1. Sobreproducción.
2. Espera.
3. Transporte.
4. Procesos.
5. Existencias.
6. Movimientos.
7. Calidad.

2.1.11.1.1. Desperdicio por sobreproducción

(Cuatrecasas Lluis, 2010). Es el más peligroso de los desperdicios y, directa o indirectamente el detonante de todos los demás. Aparece cuando el trabajo se adelanta con vistas casi siempre a evitar imprevistos u futuras urgencias. En estos casos el nivel de existencias aumenta, aparecen dobles manipulaciones, transportes innecesarios, necesidades de maquinaria superflua, etc.

El desperdicio por sobreproducción también suele venir acompañado de una curiosa paradoja. Se origina despiste a la hora de distinguir que es lo que hay que hacer primero, los trabajadores parecen atareados porque realizan dobles o triples manipulaciones innecesarias, también las maquina suelen parecer totalmente saturadas y al límite del colapso.

2.1.11.1.2. Desperdicio por espera

(Cuatrecasas Lluis, 2010). Aunque debiera ser el más fácil de distinguir, en la vida real no siempre es así. Las esperas suelen ser disfrazadas por medio de desperdicio encubierto. El desperdicio por espera generalmente nace como desperdicio visible, pero la tendencia natural de toda persona a ocultar sus tiempos de ociosidad lo transforma rápidamente en desperdicio encubierto. Cuando se llega a esta situación, resulta muy difícil identificarlo y eliminarlo.

2.1.11.1.3. Desperdicio de transporte

(Cuatrecasas Lluis, 2010). Los transportes y las manipulaciones que estos implican, son formas de desperdicio muy comunes en las empresas. Casi siempre se encuentran asociados a layouts erróneamente diseñados o problemas de orden y limpieza.

2.1.11.1.4. Desperdicio de proceso

(Cuatrecasas Lluis, 2010). Se engloban en esta categoría todos aquellos desperdicios ocasionados por la propia transformación del producto. Operaciones innecesarias, malos métodos de trabajo, mala adaptación de las maquinas a la operación que realizan, observar cómo funciona una máquina, etc. Todo proceso en sí mismo constituye una fuente inagotable de desperdicio.

2.1.11.1.5. Desperdicio por movimiento

(Cuatrecasas Lluis, 2010). Movimiento no tiene por qué ser siempre sinónimo de añadir valor. Es posible mover brazos y piernas, e incluso sudar mucho, sin

haber realizado ninguna operación productiva. Buscar piezas o herramientas, desplazarse largas distancias para conseguir materiales o ejecutar operaciones innecesarias, son claros ejemplos de desperdicio por movimiento.

2.1.11.1.6. Desperdicio por falta de calidad

(Cuatrecasas Lluis, 2010). Cuando un defecto se propaga a través de un proceso, se pierden todas las operaciones y recursos empleados en el producto desde el punto en que se originó el defecto hasta el punto en que se detecta. En muchas ocasiones se llega a perder la totalidad del producto, por ser imposible su recuperación. Y si el producto llega a manos del cliente, sin duda puede llegar a perderse mucho más. Durante los tiempos de fabricación en masa era posible jugar con la tolerancia del mercado para minimizar la incidencia de los costos originados por los defectos. Sin embargo hoy por hoy esa vía se encuentra del todo cerrada.

2.1.12. Inventarios

(Muller Max, 2005). Todas las organizaciones mantienen inventarios. Los inventarios de una compañía están constituidos por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados.

2.1.12.1. Costos de los inventarios

(Muller Max, 2005). Los inventarios traen consigo una serie de costos. Pueden formar parte de estos costos los siguientes:

- Dinero.
- Espacio.
- Mano de obra para recibir, controlar la calidad, guardar, retirar, seleccionar, empacar, enviar y responsabilizarse.
- Deterioro, daño y obsolescencia.
- Hurto.

Por lo general, los costos de inventario se clasifican como costos de pedido y costos de almacenaje. Los costos de pedido, o adquisición, se producen independientemente del valor real de las mercancías. Tales costos comprenden los salarios de quienes compran el producto, los costos de despacho, etc.

2.1.12.2. Propósito de los inventarios

(Muller Max, 2005). Si las organizaciones tienen dificultades en su flujo de caja o carece de control solido sobre la transferencia de información electrónica entre los departamentos y los proveedores importantes, los plazos de entrega y la calidad de los materiales que recibe, llevar un inventario desempeña papeles importantes.

2.1.12.3. Razones para mantener los inventarios

2.1.12.3.1. Capacidad de predicción

(Muller Max, 2005). Con el fin de planear la capacidad y establecer un cronograma de producción, es necesario controlar cuanta materia prima, cuantas piezas y cuantos subensamblajes se procesan en un momento dado. El inventario debe mantener el equilibrio entre lo que se necesita y lo que se procesa.

2.1.12.3.2. Fluctuaciones en la demanda

(Muller Max, 2005). Una reserva de inventario a la mano supone protección. No siempre se sabe cuánto va a necesitarse en un momento dado, pero aun así debe satisfacerse a tiempo la demanda de los clientes en la cadena de suministro, las sorpresas en las fluctuaciones de la demanda se mantienen al mínimo.

2.1.12.3.3. Inestabilidad del suministro

(Muller Max, 2005). El inventario protege de la falta de confiabilidad de los proveedores o cuando escasea un artículo y es difícil asegurar una provisión constante.

2.1.13. Mejora continua

(Acinas José de Domingo, 2012). El proceso de mejora continua es un concepto del siglo XX quekaiza pretende mejorar los productos, servicios y procesos. Postula que es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo.

Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones.

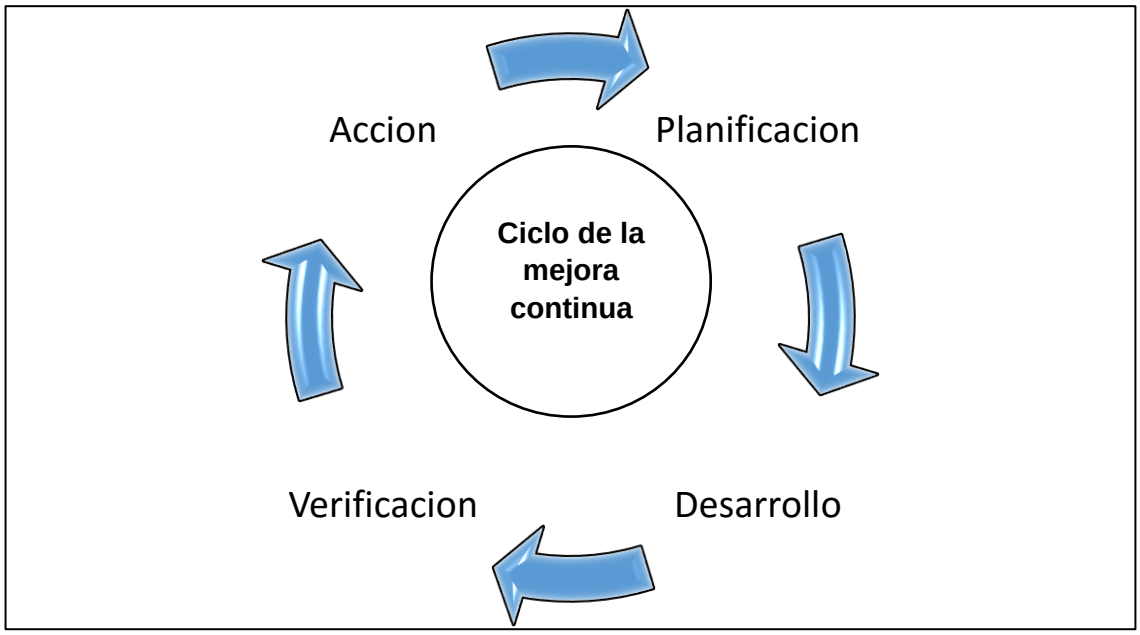


Figura 2: Ciclo de la mejora continua.

2.1.13.1. Requisitos de la mejora continua

(Gonzalez, 2012). Para su adecuado desarrollo, la mejora continua requiere que se cumplan algunos aspectos en el ambiente de trabajo, como los que se mencionan seguidamente:

- Apoyo en la gestión.
- Retroalimentación (Feedback) y revisión de los pasos en cada proceso.
- Claridad en la responsabilidad.
- Poder de decisión para el trabajador.
- Forma tangible de realizar las mediciones de los resultados de cada proceso.
- La mejora continua como una actividad sostenible en el tiempo y regular y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual.
- Proceso original bien definido y documentado.
- Participación de los responsables del proceso.
- Transparencia en la gestión.
  - Cualquier proceso debe ser acordado, documentado, comunicado y medido en un marco temporal que asegure su éxito.

2.1.13.2. Herramientas para la mejora continua

(Gonzalez, 2012). Existen técnicas para el análisis de datos que pueden ser herramientas útiles en un proceso de mejora continua y en la solución de los diversos problemas a que éstas se enfrentan.

En la mayoría de los procesos el mayor enemigo es la variabilidad, la cual puede ser observada en las características cuantificables de productos y los procesos, y existe en todas las etapas del ciclo de vida de los productos, el propósito de toda organización es su control.

Las técnicas estadísticas, como el histograma, el análisis de correlación, etc., pueden ayudar a medir, describir, analizar, interpretar y modelar la variabilidad,

aun con una cantidad relativamente limitada de datos. El análisis estadístico de tales datos puede ayudar a proveer una mejor comprensión de la naturaleza, extensión y causas de variabilidad. Esto podría ayudar a solucionar y aun impedir problemas que pueden resultar de tal variabilidad.

Existen 2 técnicas que se utilizan comúnmente como herramientas para la mejora continua, las que pueden permitir mejor uso de datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones, y por consiguiente mejorar la calidad de productos y los procesos para lograr satisfacción del cliente.

1. Diagrama causa-efecto
2. Hoja de inspección.

2.1.13.2.1. Análisis causa-efecto

(Gonzalez, 2012). Es una representación gráfica en forma de espina de pescado que permite identificar las causas que afectan un determinado problema en una forma cualitativa. El diagrama de causa efecto también es conocido como diagrama espina de pescado o diagrama de Ishikawa en homenaje al nombre de su creador.

Se utiliza para descubrir de manera sistemática la relación de causas y efectos que afectan a un determinado problema. Adicionalmente permite separar las causas en diferentes ramas o causas principales conocidas como las 5 M:

- Métodos
- Mano de Obra
- Maquinaria
- Materiales
- Medio ambiente

➢ **Objetivos de aplicación del análisis causa-efecto**

- Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.

- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Analizar modificaciones a procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones – muchas veces- sencillas y baratas.
- Educar sobre la comprensión de un problema.
- Determinar el nivel de conocimientos técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema.
- Prever los problemas y ayudar a controlarlos, no sólo al final, sino durante cada etapa del proceso.

➢ **Pasos para la elaboración**

- Seleccionar un problema y anotar en el lado derecho de una hoja de papel, encerrándolo en un cuadro. (se utiliza el lado derecho únicamente por seguir los lineamientos de su creador Kaouru Ishikawa, de origen japonés, quienes escriben de derecha a izquierda).
- Dibujar una línea horizontal hacia la izquierda del cuadro en donde se encerró el problema (espina dorsal de un esqueleto de pez), donde se escriben las causas primarias que afectan el problema, en forma de grandes espinas o líneas y se encierran en un cuadrado.
- Determinar las causas primarias según categorías: Materiales (Materia Prima, Información, documentos),
- Maquinaria (Equipo, Software), Métodos (Procedimientos, instrucciones), Mano de Obra
- (Personal, jefaturas), Medio ambiente (condiciones del lugar donde se desarrolla el proceso en estudio).
- Definir las causas secundarias que afectan las causas primarias, y de seguido las terciarias.
- Asignar importancia a cada factor y se marcar aquellos particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre el problema.

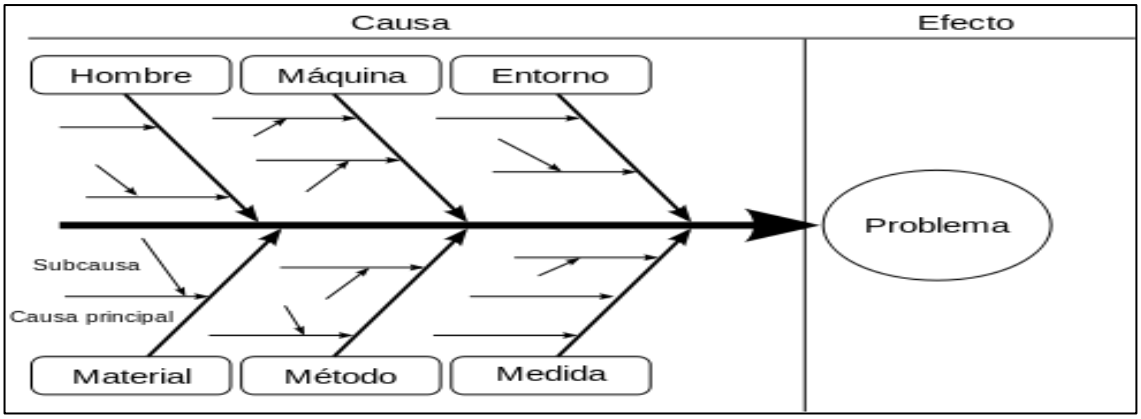


Figura 3: Formato análisis diagrama causa-efecto.

2.1.13.2.2. Hoja de Inspección

(Gonzalez, 2012). La hoja de inspección es un registro de información que indica el número de veces que ha sucedido algo, por ejemplo la cantidad de personas atendidas por hora en caja, tiempo de respuesta de promotores, causas de cheques devueltos, causa de solicitudes rechazadas, defectos en productos, etc.

El formato debe contener la siguiente información:

- Área o departamento al que se refieren los datos
- Fecha de recolección y hora si es necesario

➢ **Requerimientos para elaborar una hoja de inspección**

1. Acordar el evento a observar, para que todos enfoquen lo mismo.
2. Decidir el período de tiempo en el cual se recabarán los datos.
3. Diseñar una forma clara y fácil de usar con suficiente espacio para registrar los datos.
4. Obtener los datos de manera consistente y honesta.

➢ **Pasos para la elaboración de una hoja de verificación**

1. Determinar claramente el proceso sujeto a observación.

2. Enfocar su atención hacia el análisis de las características del proceso.
3. Definir el período de tiempo durante el cual serán recolectados los datos.
4. Diseñar una planilla de formato claro y fácil de usar. Asegúrese de que todas las columnas estén claramente descritas y de que haya suficiente espacio para registrar los datos.
5. Obtener los datos de una manera consistente y honesta. Asegúrese de que se dedique el tiempo necesario para esta actividad.

	DIA				
DEFECTO	1	2	3	4	TOTAL
Tamaño erróneo	IIIII I	IIIII	IIIII III	IIIII II	26
Forma errónea	I	III	III	II	9
Depto. Equivocado	IIIII	I	I	I	8
Peso erróneo	IIIII IIIII I	IIIII III	IIIII III	IIIII IIIII	37
Mal Acabado	II	III	I	I	7
TOTAL	25	20	21	21	87

Figura 4: Formato hoja de inspección.

2.1.14. Metodología Kaizen como estrategia de producción

(Moreno, 2011). Los continuos y acelerados cambios en materia tecnológica, así como la reducción en el ciclo de vida de los productos, la evolución en los hábitos de los consumidores y la implacable competencia a nivel global que cada día exige a las empresas mayor calidad y variedad y menor costo y tiempo de respuesta, requiere la aplicación de métodos que en forma armónica permita hacer frente a todos estos desafíos.

Dentro de las estrategias, métodos para la gestión de la calidad total y las técnicas para el mejoramiento continuo, destaca por su sencillez y sentido práctico la metodología Kaizen, un armonioso método de mejoramiento continuo que sobresale por ser aplicable a todo nivel, tanto en la vida social, como en la vida personal y en el mundo de los negocios. En este último se

caracteriza por desarrollar una cultura y dar participación a todos los trabajadores, desde la alta gerencia hasta el personal de limpieza.

Figura 5: Resultados de la metodología Kaizen.

En el desarrollo y aplicación del Kaizen se ven amalgamados conocimientos y técnicas vinculados con Administración de Operaciones, Ingeniería Industrial, Comportamiento Organizacional, Calidad, Costos, Mantenimiento, Productividad, Innovación y Logística entre otros. Por tal motivo bajo lo que se puede llamar el paraguas del Kaizen se encuentran involucradas e interrelacionadas métodos y herramientas tales como: Control Total de Calidad, Círculos de Calidad, Sistemas de Sugerencias, Automatización, Mantenimiento Productivo Total, Kanban, Mejoramiento de la Calidad, Just in Time, Cero Defectos, Actividades en Grupos Pequeños, Desarrollo de nuevos productos, Mejoramiento en la productividad, Cooperación Trabajadores-Administración y Disciplina en el lugar de trabajo, entre otros.

En síntesis, el método Kaizen contempla una visión sistémica de la empresa que participa activamente en los procesos productivos, y en la planificación comercial y financiera. Esto implica apelar a diversas estrategias de ingeniería donde la gestión estadística y el uso de las herramientas informáticas permiten aumentar y dar flexibilidad a la capacidad productiva.

2.1.14.1. Por qué KAIZEN

(BOM Consulting Group, 2008). La metodología Kaizen se basa principalmente por la necesidad de:

- De un cambio
- Para mantener la competitividad del negocio es necesario romper la brecha entre donde estamos ahora y donde necesitamos llegar.
- Cambiar la forma de cómo se hacen los negocios

2.1.14.2. Metas del KAIZEN

- La reducción del costo a través de la eliminación de los desperdicios en los niveles del proceso.
- Mejoramiento continuo gradual y organizado.
- Generar ideas y conceptos y probarlos, sino funcionan tratar algo diferente.
- Realizar cambios con resultados significativos y a bajo costo, normalmente en menos de cinco días.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración de la investigación

El presente estudio de diseño de una estrategia de producción para mejorar el rendimiento se lo realizó en la planta industrial de la empresa EMPROFORSA, ubicada en el Km 9.5 vía Quevedo-Valencia, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 1° 3´ 18” de latitud sur y de 79° 25´ 24” de longitud oeste, a una altura de 73 msnm.

La investigación se desarrolló en 4 meses calendario a partir de la aprobación del proyecto en el año 2014

3.1.2. Materiales y equipos

Para el desarrollo de la investigación se necesitaron los siguientes recursos.

3.1.2.1. Equipo humano

- Autor.
- Jefe de Producción de EMPROFORSA.
- Personal administrativo y de planta encuestado y entrevistado.

3.1.2.2. Materiales de oficina

- Bolígrafos 4
- Hojas (resma) 4
- Lápiz 3
- Carpetas 5
- Perforadora 1
- Grapadora 1
- Cámara fotográfica 1

3.1.2.3. Equipo de oficina

- Computadora 1
- Impresora 1
- Flash memory 1

3.2. Tipos de investigación

3.2.1. Investigación descriptiva

La investigación descriptiva se utilizó mediante la tabulación de información, donde se pudo evidenciar los índices de rendimiento de la empresa y comparar los resultados con la estrategia que se formulará en este proyecto.

3.2.2. Investigación de campo

La investigación de campo se aplicó con las técnicas de la encuesta y entrevista al personal administrativo, de planta y jefe de producción respectivamente de la empresa EMPROFORSA, información que sirvió para determinar con exactitud los niveles de eficiencia y eficacia de la empresa.

3.2.3. Investigación bibliográfica

Mediante la investigación bibliográfica se obtuvo información, se consultó libros, textos, enciclopedias, revistas y demás documentos correspondientes al tema, los mismos que permitieron mejorar el rendimiento de la planta industrial de la empresa.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método estadístico

Se emplearon fórmulas para determinar con datos históricos de producción de la planta, las proyecciones respectivas con la estrategia que se propuso en el

desarrollo de este proyecto, y así establecer parámetros e indicadores acordes a la realidad de la empresa

3.3.2. Método analítico

Este método de investigación permitió identificar cada una de las partes que caracterizan el fenómeno a investigar, se estableció la relación causa-efecto entre sus elementos, que permitió analizar la situación y rendimiento actual de la producción en la planta procesadora de balsa.

3.3.3. Método inductivo

Mediante este método se realizó un estudio general del proceso de producción; por medio de las encuestas se obtuvo información primaria que se registró en el instrumento de cuestionario, la misma que sirvió para la evolución, diagnóstico y conclusiones.

3.3.4. Método deductivo

Este método desempeñó un papel importante en la comprobación de hipótesis; se lo aplicó después de tener la información requerida; permitió deducir que a partir del diagnóstico, empleando técnicas y métodos teóricos se lo llevó a la práctica para su análisis de las estrategias que se propusieron.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Para el desarrollo del presente estudio la población objeto estuvo dada por 42 personas que laboran en la empresa, distribuidos de la siguiente manera: 6 personas que laboran en el área administrativa y 36 personas que trabajan en la planta de producción de la empresa de Productos Forestales S.A.

3.4.2. Muestra

Debido al tamaño de la población se consideró íntegramente como muestra de estudio el personal administrativo y de planta que labora en la empresa de Productos Forestales S.A.

3.5. Presupuesto y financiamiento

3.5.1. Presupuesto

Todos los recursos materiales, financieros y equipos que se necesitaron para el desarrollo del presente trabajo de investigación se detallan en el siguiente cuadro:

Rubros	Valor
Costo de Personal	
Movilización y subsistencia	300,00
Gastos Generales	
Equipos de computo	250,00
Útiles de Oficina	150,00
Material didáctico	220,00
Imprevistos (10%)	62,00
TOTAL	**982,00**

3.5.2. Financiamiento

3.5.2.1. Fuentes

Los recursos económicos necesarios para el desarrollo del presente trabajo de investigación fueron aportes propios del autor de la tesis de tesis.

3.5.2.2. Rubros

Los rubros que se asumieron son los costos de personal por $ 300 y los gastos generales por $ 682.

3.6. Procedimiento metodológico

Para realizar el diagnóstico de la situación y rendimiento actual de la planta de producción se desarrolló una encuesta dirigida al personal administrativo y de planta (ver anexo 1) y una entrevista al jefe de producción (ver anexo 2) de la empresa EMPROFORSA. Esto permitió comprobar o verificar los bajos rendimientos que se están originando en la planta industrial.

Para identificar las etapas y determinar las causas que originan porcentajes altos de desperdicio, se utilizaron las herramientas de ingeniería de exploración y análisis de problemas, entre los que está diagrama de flujo y hoja de inspección, además de la utilización del diagrama causa-efecto y Pareto para la determinación de las causas del bajo rendimiento.

Para desarrollar la estrategia de producción, se procedió a utilizar la metodología Kaizen de la mejora continua, en donde se estudiaron los actuales métodos de trabajo en el proceso de industrialización de la madera de balsa en la empresa, y se propuso nuevos métodos que serán beneficiosos en el rendimiento de la misma.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Diagnóstico sobre la situación y rendimiento actual de la planta de producción

4.1.1.1. Resultados de la encuesta realizada a los empleados administrativos y personal de planta de la empresa EMPROFORSA

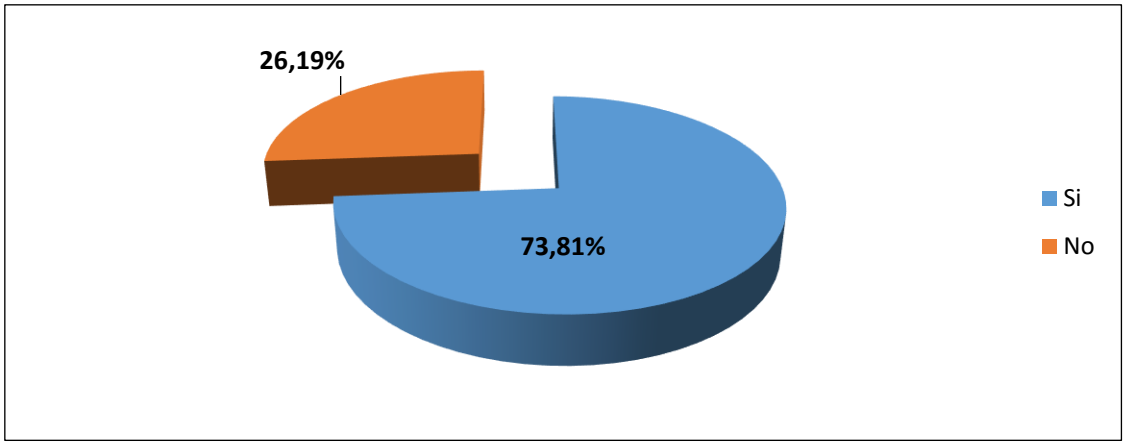
Pregunta 1. ¿Conoce usted si están midiendo el rendimiento individual en la planta de producción de la empresa?

Cuadro 1: Resultados del conocimiento de la medición del rendimiento.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	31	73,81%
No	11	26,19%
Total	**42**	**100,00%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 1. Resultados del conocimiento de la medición del rendimiento.



Análisis de los resultados

El 73,81% de los encuestados manifestaron que si conocen que se está midiendo el rendimiento en la planta industrial de la empresa, y es preocupante que un 26,19% desconozcan esta situación.

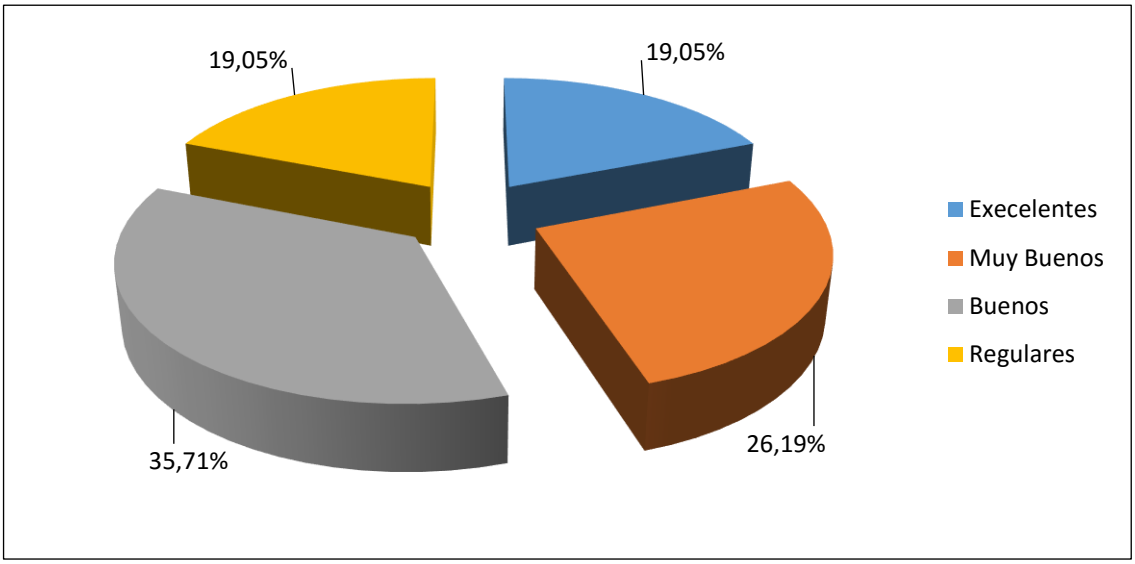
Pregunta 2. ¿Según su criterio los resultados del rendimiento de la planta de su empresa son?

Cuadro 2: Resultados del rendimiento de la planta.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Excelentes	8	19,05%
Muy Buenos	11	26,19%
Buenos	15	35,71%
Regulares	8	19,05%
Total	**42**	**100,00%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 2. Resultados del rendimiento de la planta.



Análisis de los resultados

El 19.05% de los encuestados manifestaron que los resultados del rendimiento son excelentes, el 26.19% de los empleados dijeron que son muy buenos, el 35.71% indicaron que los resultados del rendimiento de la planta son buenos, mientras que 19.05% manifestaron que son regulares.

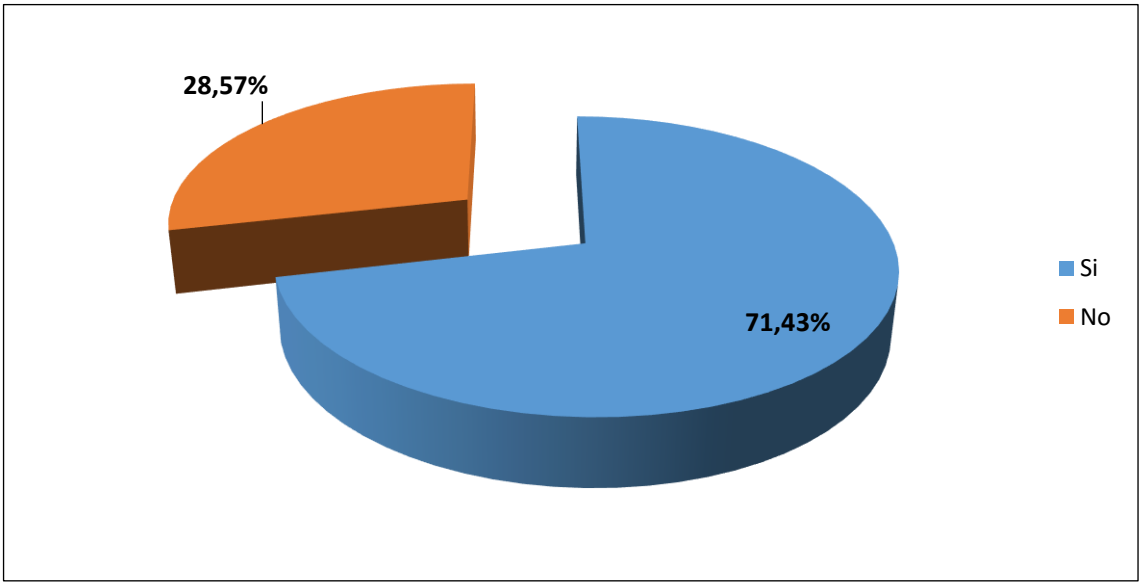
Pregunta 3. ¿Según usted la empresa tiene establecido los controles pertinentes sobre el rendimiento de la planta?

Cuadro 3: Resultados sobre el establecimiento de controles.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	30	71,43%
No	12	28,57%
Total	**42**	**100,00%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 3. Resultados sobre el establecimiento de controles.



Análisis de los resultados

El 71,43% de los encuestados manifestaron que la empresa si tiene establecido controles pertinentes sobre el rendimiento de la planta, mientras el 28,57% manifestaron que no.

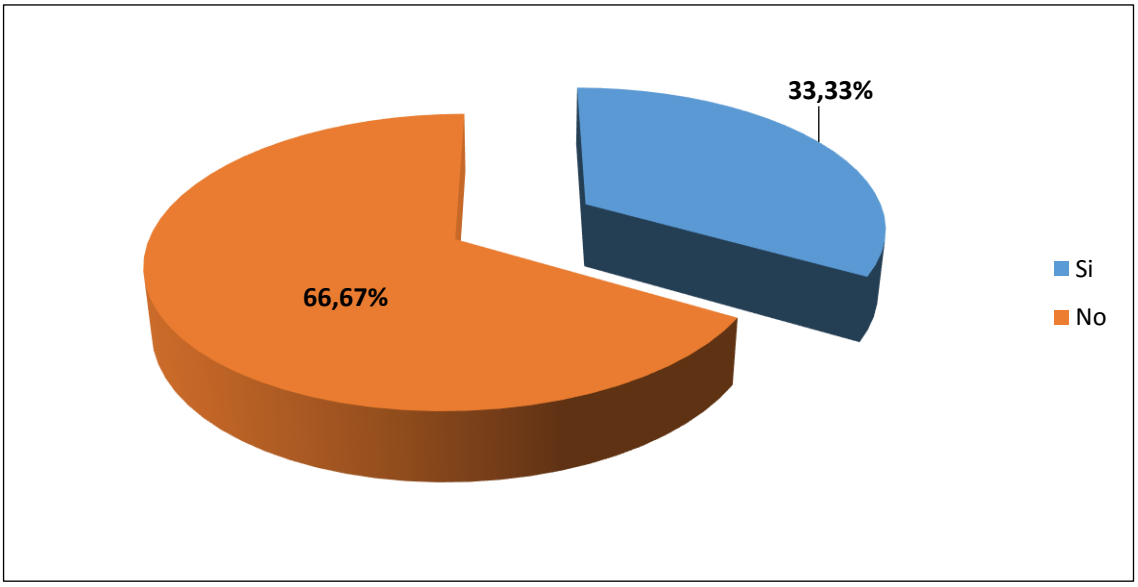
Pregunta 4. ¿Considera usted que la empresa evalúa la gestión de producción en la planta industrial a través de indicadores de rendimiento?

Cuadro 4: Resultados del conocimiento de evaluación de la producción.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	14	33,33%
No	28	66,67%
Total	**42**	**100,00%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 4. Resultados del conocimiento de evaluación de la producción.



Análisis de los resultados

Según el 33,33% de los encuestados indicaron que la gestión de producción de la planta si es evaluada, mientras que el 66,67% manifestó que la gestión de producción en la planta industrial no es evaluada a través de indicadores de rendimiento.

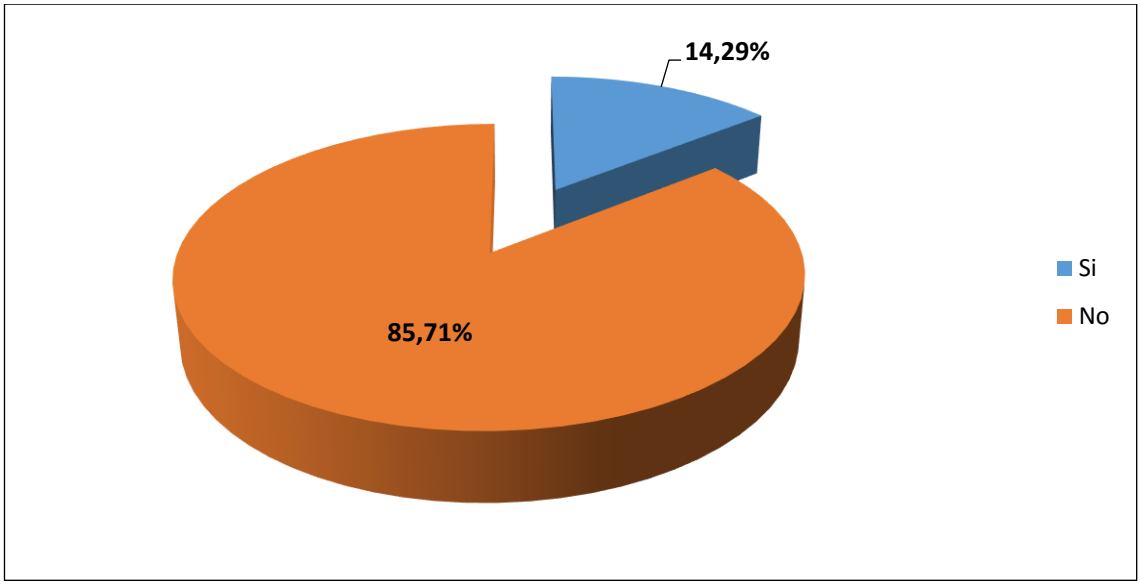
Pregunta 5. ¿Según su opinión los desperdicios que se generan en el proceso están dentro los parámetros normales?

Cuadro 5: Resultados del desperdicio generado en la planta.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	14,29%
No	36	85,71%
Total	**42**	**100,00%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 5. Resultados del desperdicio generado en la planta.



Análisis de los resultados

Según el 85,71% de las personas encuestadas manifestaron que el desperdicio generado en la planta de producción no está dentro de los parámetros, mientras que solo el 14,29% indicó si están dentro de los parámetros, esta respuesta es muy preocupante para un proceso de producción.

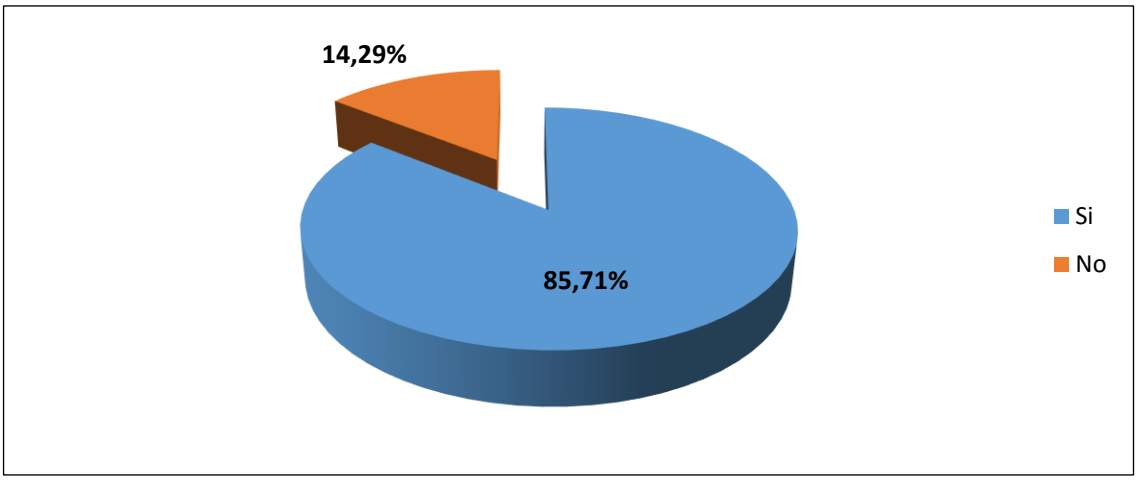
Pregunta 6. ¿Cree usted que se puedan disminuir los porcentajes de desperdicio mejorando el proceso?

Cuadro 6: Resultados sobre la disminución del desperdicio generado.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	36	85,71%
No	6	14,29%
Total	**42**	**100,00%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 6. Resultados sobre la disminución del desperdicio generado.



Análisis de los resultados

Según el 14,29% de las personas encuestadas manifestaron que mejorando el proceso si se podría disminuir el desperdicio generado en la planta de producción, mientras que el 85,71% indicó que no se disminuirá el desperdicio mejorando el proceso, esta respuesta también es preocupante, ya que existe un porcentaje alto de empleados que no estarían dispuestos a ayudar en el proceso para la disminución del desperdicio en la planta.

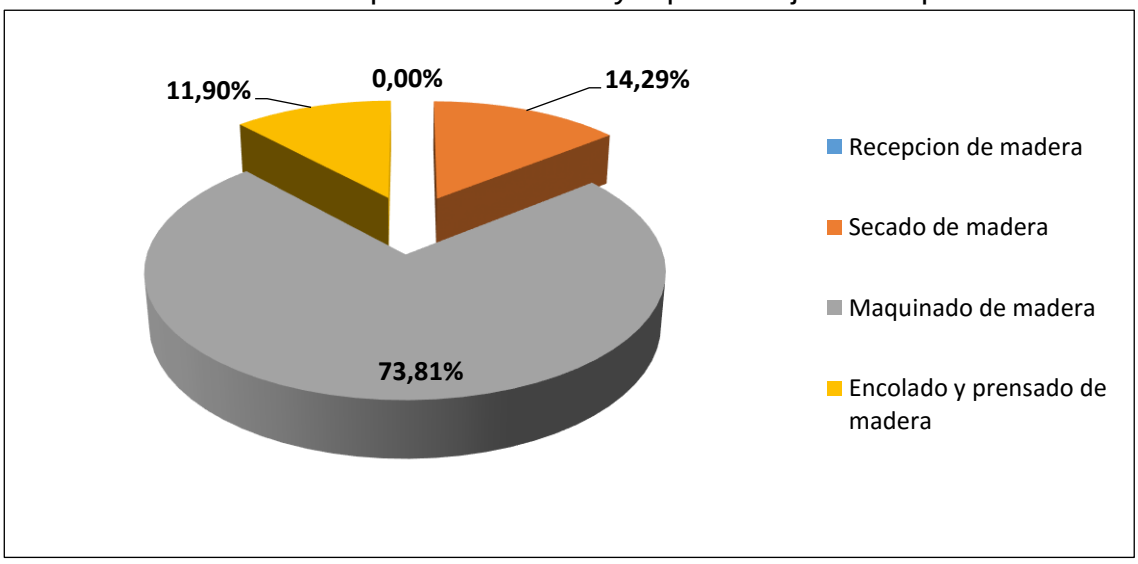
Pregunta 7. ¿En qué etapas del proceso se están generando el mayor porcentaje de desperdicio?

Cuadro 7: Resultados de procesos con mayor porcentaje de desperdicio.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Recepción de madera	0	0,00%
Secado de madera	6	14,29%
Maquinado de madera	31	73,81%
Encolado y prensado de madera	5	11,90%
Total	**42**	**100,00%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 7. Resultados de procesos con mayor porcentaje de desperdicio.



Análisis de los resultados

El 73.81% de los encuestados manifestaron que en el área del maquinado de la madera de balsa es donde se produce el mayor porcentaje de desperdicio en la planta, el 14.29% dijeron que es en el área de secado de la madera, el 11.90% indicaron que es en el área de encolado y prensado, mientras que ninguno de los encuestados manifestaron que es en el área de recepción de madera donde se genera la mayor cantidad de desperdicio.

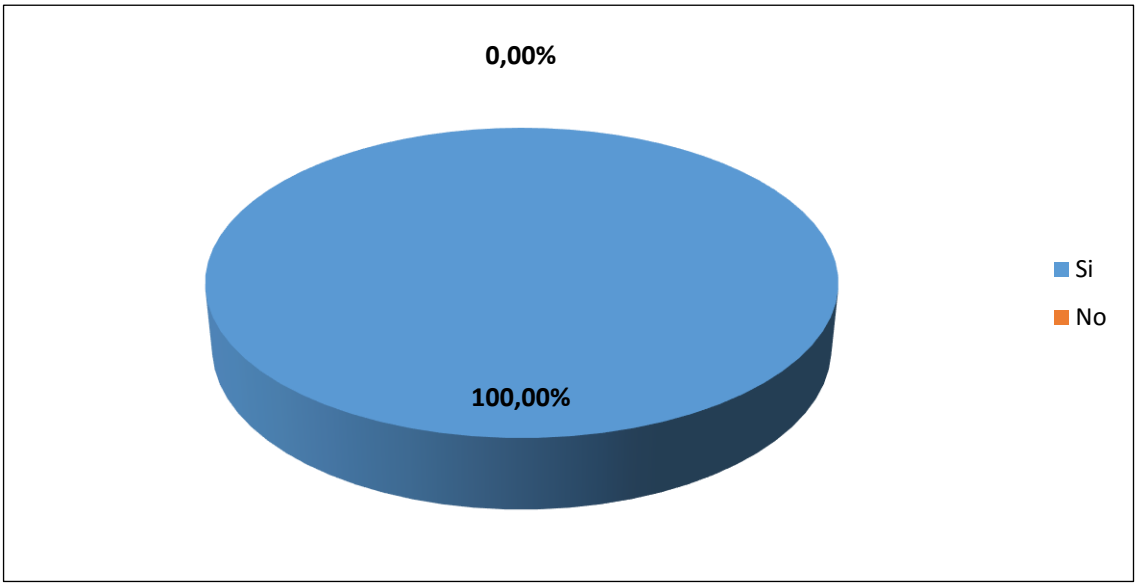
Pregunta 8. ¿Considera usted que el diseño de una estrategia de producción bajo la metodología de la mejora continua optimizara los rendimientos en la empresa?

Cuadro 8: Resultados el diseño de una estrategia de producción.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	42	100,00%
No	0	0,00%
Total	**42**	**100,00%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 8. Resultados el diseño de una estrategia de producción.



Análisis de los resultados

La respuesta a esta pregunta fue contundente, ya que el 100.00% de los encuestados manifestaron que sería necesario el diseño de una estrategia de producción bajo la metodología de la mejora continua para optimiza el rendimiento en la planta industrial de la empresa.

4.1.1.2. Resultados de la entrevista dirigida al jefe de producción de la empresa EMPROFORSA del cantón Quevedo

Pregunta 1. ¿Qué tiempo tiene usted prestando sus servicios en esta empresa?

Respuesta

Tengo laborando en esta empresa desde el inicio de las operaciones, las cuales empezaron en febrero del año 2010.

Análisis del resultado

Como se aprecia la respuesta, EMPROFORSA es una empresa relativamente nueva, y el encargado o jefe de producción tiene laborando los 4 años que la empresa entro en funcionamiento.

Pregunta 2. ¿Cómo evalúa usted el rendimiento de la planta industrial?

Respuesta

Mensualmente realizó una evaluación comparando el inventario de materia prima ingresada vs la producción que se realiza, esto me lleva a deducir cuanta madera se ha desperdiciado en el proceso de industrialización de la madera de balsa en esta empresa, ya que se sabe que todo proceso es eficiente si el 100% de su materia prima sale como producto terminado.

Análisis del resultado

Haciendo énfasis en la respuesta del jefe de producción, la evaluación del rendimiento de la planta industrial de EMPROFORSA no se está ejecutando de forma tal, que sirva para tomar decisiones productivas racionales acordes a los objetivos de la empresa.

Pregunta 3. ¿Utiliza usted indicadores de eficiencia y rendimiento para medir la productividad de su planta, Cuáles?

Respuesta

No se utilizan indicadores de eficiencia y rendimiento para medir la productividad de la planta, determino si existe revisando y comparando mensualmente el inventario inicial de materia prima vs el inventario final de producto terminado.

Análisis del resultado

En base a la información obtenida en la investigación se ha determinado que no se utilizan indicadores de eficiencia y rendimiento para medir la productividad de la planta industrial de EMPROFORSA.

Pregunta 4. ¿Qué etapas del proceso cree usted que es donde se generando el más alto porcentaje de desperdicio, por qué?

Respuesta

En este tipo de proceso de industrial, la etapa o área donde se genera el mayor porcentaje de desperdicio es donde se realiza el maquinado (cepillado) de la madera de balsa (limpieza de las caras de la madera), ya que es aquí que durante la limpieza se desperdicia entre el 20 al 30% de la madera, según los reportes de producción.

Análisis del resultado

Haciendo énfasis en la respuesta del jefe de producción, y confirmando con la respuesta de la encuesta hecha al personal operativo de la planta, el área de maquinado de la madera, es donde se genera el más alto desperdicio, y es aquí donde se debe realizar controles más exhaustivos durante la producción.

Pregunta 5. ¿Estaría dispuesto usted a desarrollar y aplicar una estrategia de producción basada en la mejora continua para optimizar el rendimiento de la planta industrial que usted dirige, por qué?

Respuesta

Si estaría dispuesto, cualquier propuesta técnica bajo parámetros de ingeniería para mejorar los métodos de trabajo es bienvenida en la empresa.

Análisis del resultado

En base a la respuesta obtenida se determina que es necesario desarrollar y aplicar una estrategia de producción basada en la mejora continua para optimizar el rendimiento de la planta industrial.

4.1.2. Etapas del proceso que tienen porcentajes altos de desperdicio

El área de maquinado de madera (taller de producción) cuenta con una sierra circular o despuntadora (péndula), un cepillo de dos caras, una canteadora, dos sierras de mesa y una péndula de resaneo.

4.1.2.1. Máquinas involucradas en el proceso de maquinado y flujo de proceso

- **Sierra circular despuntadora o péndula**

La sierra circular es una máquina de acero que contiene un motor de 5 HP, la sierra está acoplada a un brazo que se mueve como un péndulo. La sierra consta de dientes agudos, que sirve para despuntar y dar el largo comercial a las piezas de madera.

Consta además de una mesa de dos metros y medio de largo, esta sirve para asentar las piezas a ser despuntadas. La mesa tiene diez topes que sirven

para apoyar la madera y darle el largo comercial, la distancia de la sierra con respecto a los topes corresponde con el largo comercial de las piezas. Los diez topes están ubicados de la siguiente manera: a 18 3/8”, 21 3/8”, 24 3/8”, a 27 3/8”, 30 3/8”, 33 3/8”, 36 3/4”, 40”, a 42 ¾”, 45 ¾” y 48 ¾” con respecto al corte de la sierra.

- **Cepillo de dos caras**

Es una máquina de acero que está constituida por:

- Un motor de 1 HP o caballos de fuerza.
- 6 rodillos de arrastre, uno de entrada, cuatro en el centro y otro de salida para la madera.
- Dos mandriles o porta cuchillas (superior e inferior).

El cepillo sirve para limpiar dos de las cuatro caras de la madera seca peluda.

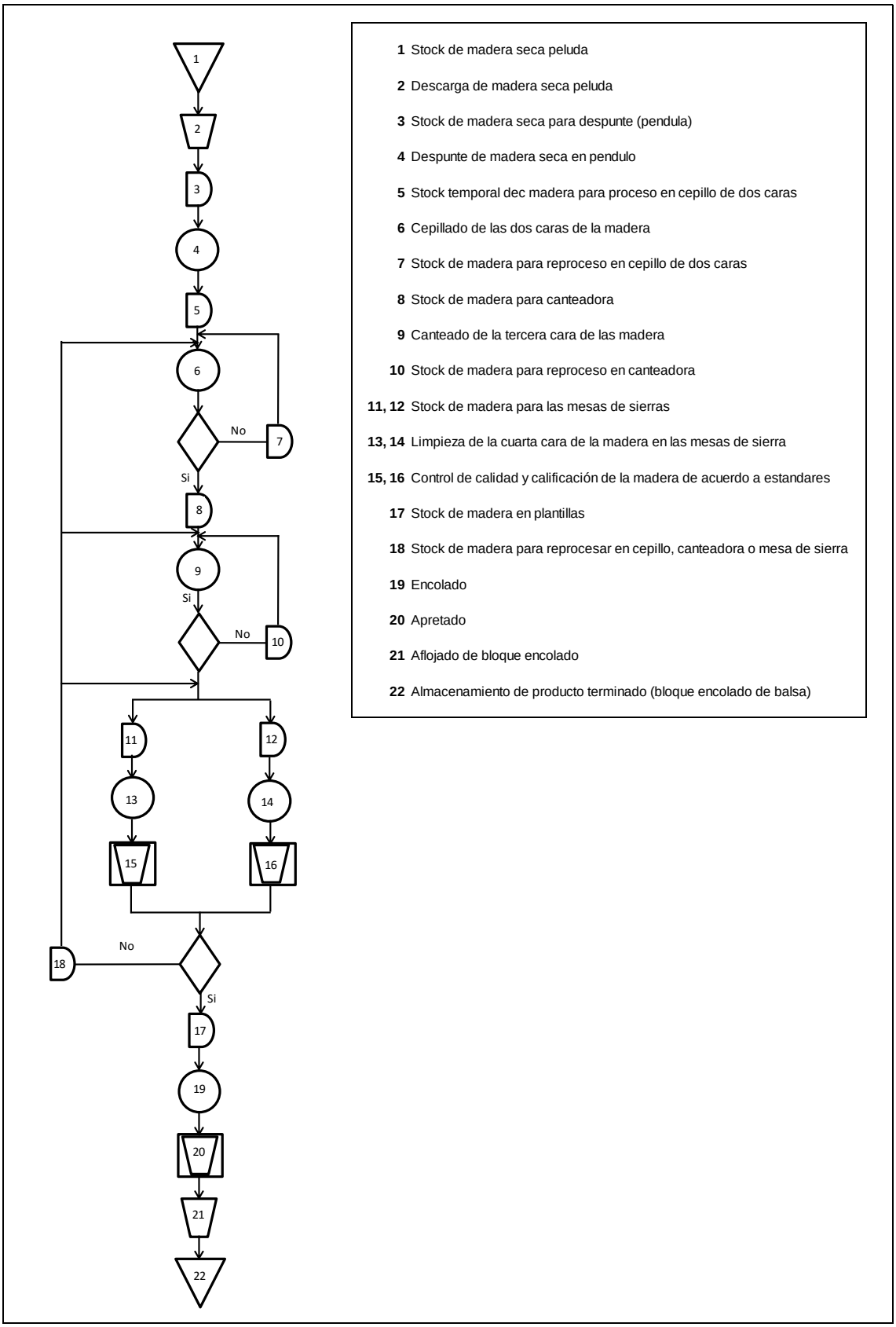
- **Canteadora**

Es una máquina de acero, que está constituida con un motor de 7.5 Hp, sirve para limpiar una tercera cara de la madera seca peluda, después de haber pasado por el cepillo de dos caras, aquí la madera es arrastrada por un dispositivo llamado Holzer, tiene un mandril porta cuchillas para realizar la operación de limpieza.

- **Sierra de mesa**

La sierra de mesa es una máquina de acero que contiene un motor 7.5 HP, la sierra consta de una mesa donde se asienta la madera, tiene una telera que sirve para guiar la madera hacia la sierra. Para asentar la madera sobre la mesa tiene unos rodillos de arrastre ubicados en el lado izquierdo superior de la sierra circular. La sierra de mesa sirve para limpiar la cuarta cara de la medra seca peluda.

Figura 6. Flujo del proceso área de maquinado.



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

4.1.2.2. Espesores de madera en la industria maderera de balsa

Los espesores de madera en la industria de balsa están estandarizados, en la empresa EMPROFORSA se trabaja con los siguientes espesores, los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 9: Espesores de madera EMPROFORSA.

Espesores de Madera de Balsa				
1”	1.5”	2”	2.5”	3”

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

4.1.2.3. Instrucción de trabajo, dimensiones de la materia prima seca 8 a 12% de humedad

La empresa tiene establecidas instrucciones de trabajo que están estandarizados a nivel de la industria balsera, esto significa que la madera seca peluda se maneja con espesores comerciales, de la misma manera la madera procesada en la planta industrial. En el siguiente cuadro se detalla estas instrucciones de acuerdo a los espesores.

Cuadro 10: Espesores de madera EMPROFORSA.

Espesor	Medida Física	Espesor Comercial
1”	1 ¾”	1”,1 ¼”, 1 ½” y 1 ¾”
1 ½”	2 ¼”	2”, 2 ¼”, 2 ½” y 2 ¾”.
2”	2 ¾”	3”, 3 ¼”, 3 ½” y 3 ¾”.
3”	4”	

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

4.1.2.4. Análisis del rendimiento actual de cada proceso

Se recopiló información en la hoja de inspección (anexo 3), del rendimiento por espesor de madera y en cada una de las etapas del proceso, según datos

generados en una semana de producción en el área de maquinado en la planta industrial.

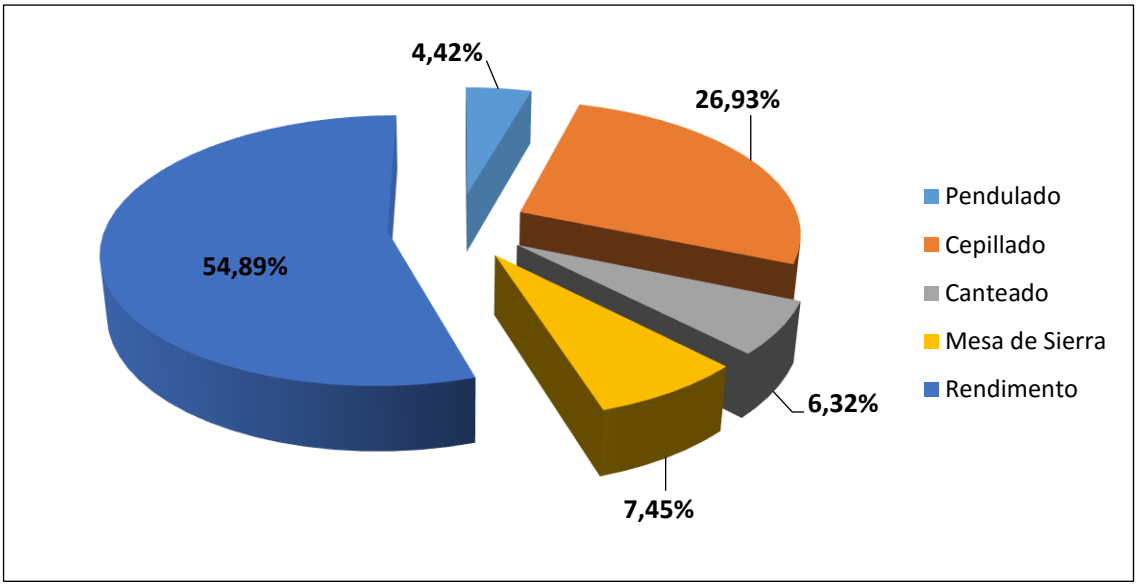
- **Rendimiento madera 1”**

Cuadro 11: Análisis rendimiento espesor 1”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	2.30	2,21	1,72	1,56	1,31	56,96%
2	6	2.25	2,14	1,61	1,43	1,24	55,11%
3	6	3.20	3,05	2,07	1,95	1,71	53,44%
4	6	1.85	1,79	1,22	1,09	1,00	54,05%
5	6	1.95	1,85	1,31	1,17	1,08	55,38%
Promedio		**2,31**	**2,21**	**1,59**	**1,44**	**1,27**	
Pérdida de peso por etapa			0,96	0,69	0,62	0,55	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			4,42%	26,93%	6,32%	7,45%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 1”							**54,89%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 9. Rendimiento de madera de espesor 1”.



Se observa que en el subproceso de cepillado de la madera es donde se pierde la mayor cantidad de peso, influyendo directamente en el rendimiento del área de maquinado de la planta industrial.

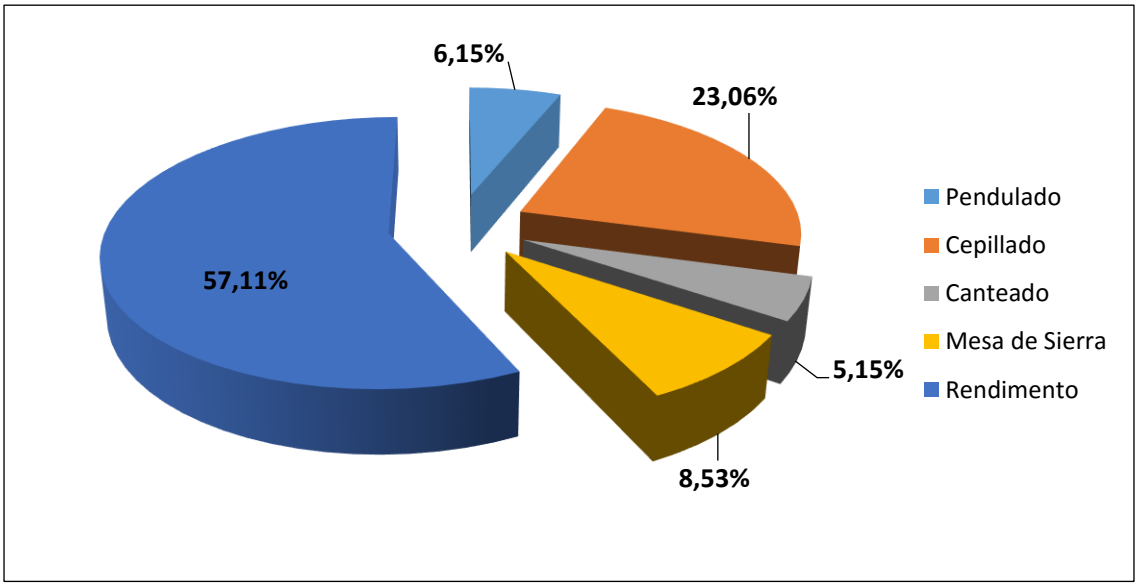
- **Rendimiento madera 1.5”**

Cuadro 12: Análisis rendimiento espesor 1.5”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	2,88	2,71	2,05	1,95	1,66	57,64%
2	6	2,31	2,22	1,62	1,51	1,29	55,84%
3	6	3,24	3,03	2,41	2,25	2,07	63,89%
4	6	2,02	1,89	1,30	1,14	1,03	50,99%
5	6	2,56	2,36	1,83	1,69	1,38	53,91%
Promedio		2,60	2,44	1,84	1,71	1,49	
Pérdida de peso por etapa			0,94	0,71	0,66	0,57	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			6,15%	23,06%	5,15%	8,53%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 1.5”							**57,11%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 10. Rendimiento de madera de espesor 1.5”.



Se observa que en el subproceso de cepillado de la madera es donde se pierde la mayor cantidad de peso, influyendo directamente en el rendimiento del área de maquinado de la planta industrial.

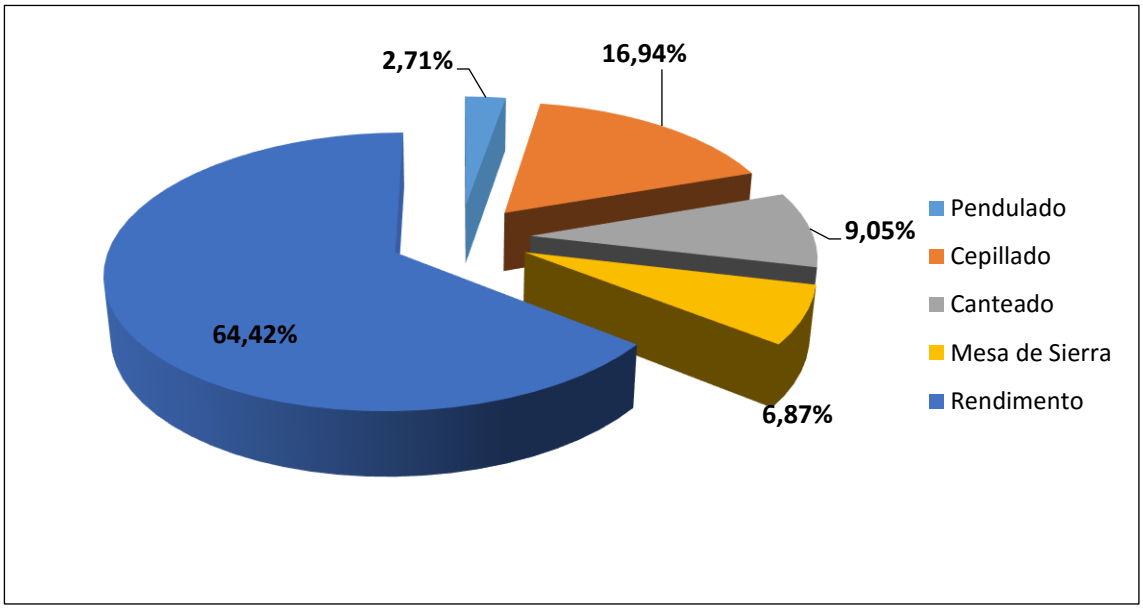
- **Rendimiento madera 2”**

Cuadro 13: Análisis rendimiento espesor 2”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	4,10	3,95	3,29	2,92	2,62	63,90%
2	6	3,96	3,86	3,12	2,79	2,36	59,60%
3	6	4,22	4,13	3,45	3,00	2,74	64,93%
4	6	4,02	3,91	3,12	2,82	2,65	65,92%
5	6	4,36	4,25	3,62	3,20	2,94	67,43%
Promedio		4,13	4,02	3,32	2,95	2,66	
Pérdida de peso por etapa			0,97	0,80	0,71	0,64	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			2,71%	16,94%	9,05%	6,87%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 2”							**64,42%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 11. Rendimiento de madera de espesor 2”



Se observa que en el subproceso de cepillado de la madera es donde se pierde la mayor cantidad de peso, influyendo directamente en el rendimiento del área de maquinado de la planta industrial.

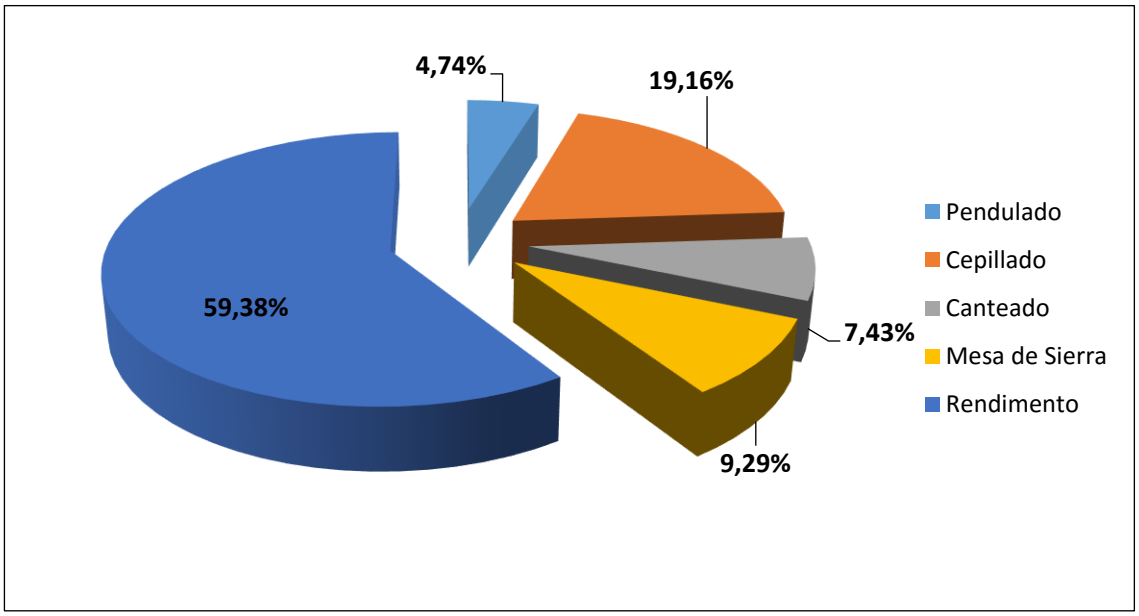
- **Rendimiento madera 2.5”**

Cuadro 14: Análisis rendimiento espesor 2.5”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	11,32	11,01	8,94	8,31	7,39	65,28%
2	6	10,52	9,68	8,01	7,10	6,25	59,41%
3	6	8,90	8,65	7,00	6,35	5,36	60,22%
4	6	9,54	9,23	7,45	6,48	5,56	58,28%
5	6	10,97	10,25	7,60	6,95	5,87	53,51%
Promedio		10,25	9,76	7,80	7,04	6,09	
Pérdida de peso por etapa			0,95	0,76	0,69	0,59	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			4,74%	19,16%	7,43%	9,29%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 2.5”							**59,38%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 12. Rendimiento de madera de espesor 2.5”.



Se observa que en el subproceso de cepillado de la madera es donde se pierde la mayor cantidad de peso, influyendo directamente en el rendimiento del área de maquinado de la planta industrial.

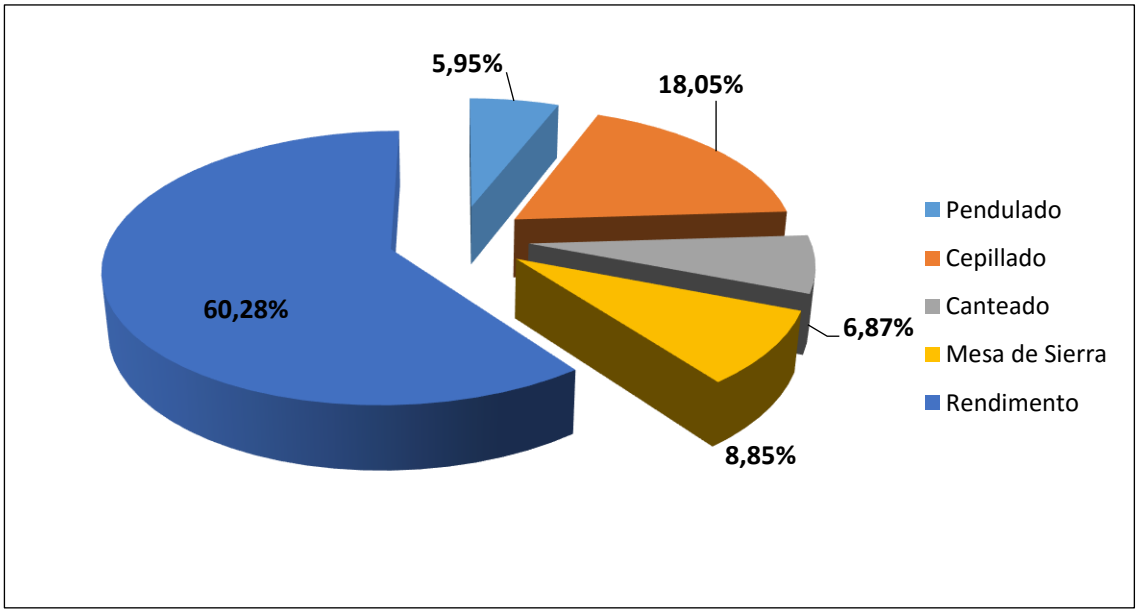
- **Rendimiento madera 3”**

Cuadro 15: Análisis rendimiento espesor 3”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	11,59	12,36	10,05	9,00	7,14	61,60%
2	6	11,25	10,21	8,85	7,95	6,98	62,04%
3	6	10,23	9,11	7,01	6,59	5,86	57,28%
4	6	13,65	12,65	10,25	9,36	8,57	62,78%
5	6	12,24	11,12	8,65	7,86	6,99	57,11%
Promedio		11,79	11,09	8,96	8,15	7,11	
Pérdida de peso por etapa			0,94	0,76	0,69	0,60	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			5,95%	18,05%	6,87%	8,85%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 3”							**60,28%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 13. Rendimiento de madera de espesor 3”.



Se observa que en el subproceso de cepillado de la madera es donde se pierde la mayor cantidad de peso, influyendo directamente en el rendimiento del área de maquinado de la planta industrial.

4.1.2.5. Rendimiento promedio por espesores

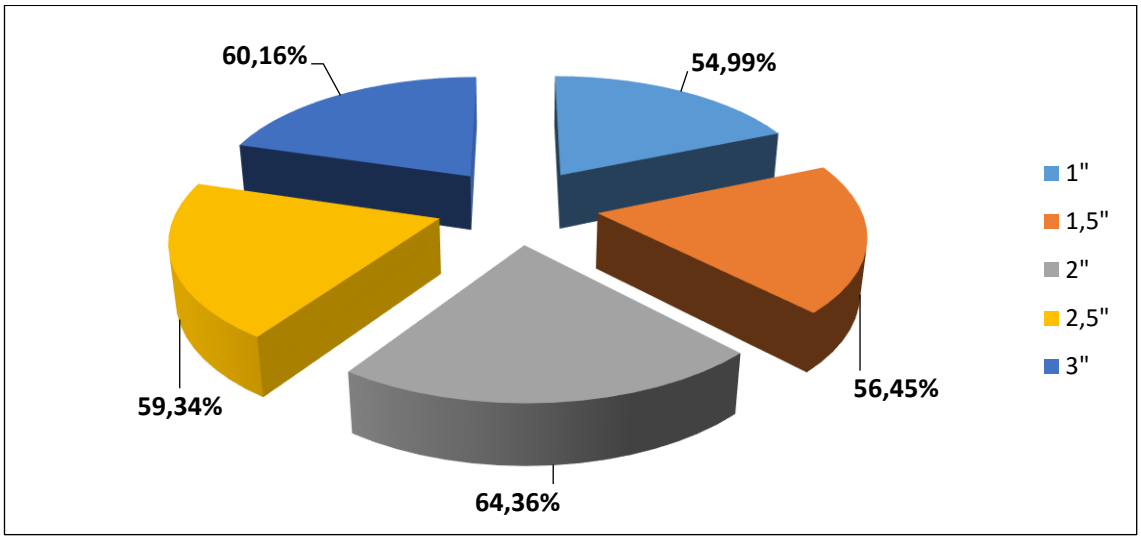
En el siguiente cuadro se detalla en resumen el promedio del rendimiento por espesor en el proceso de maquinado en la planta industrial de EMPROFORSA, el cual es del 59.06%.

Cuadro 16: Resumen del Rendimiento actual de la empresa.

Espesor	Rendimiento por Piezas					Rendimiento Promedio
	1	2	3	4	5	
1"	56,96%	55,11%	53,44%	54,05%	55,38%	54,99%
1,5"	57,64%	55,84%	63,89%	50,99%	53,91%	56,45%
2"	63,90%	59,60%	64,93%	65,92%	67,43%	64,36%
2,5"	65,28%	59,41%	60,22%	58,28%	53,51%	59,34%
3"	61,60%	62,04%	57,28%	62,78%	57,11%	60,16%
Rendimiento actual empresa						**59,06%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 14. Resumen del Rendimiento actual de la empresa.



En el grafico 14 se aprecia el mayor rendimiento en la planta se obtiene en el espesor de madera de 2” que es 64.36%, mientras que el más bajo rendimiento se obtiene en el espesor de madera de 1” que es 54.99%.

4.1.2.6. Pérdida de peso por espesores

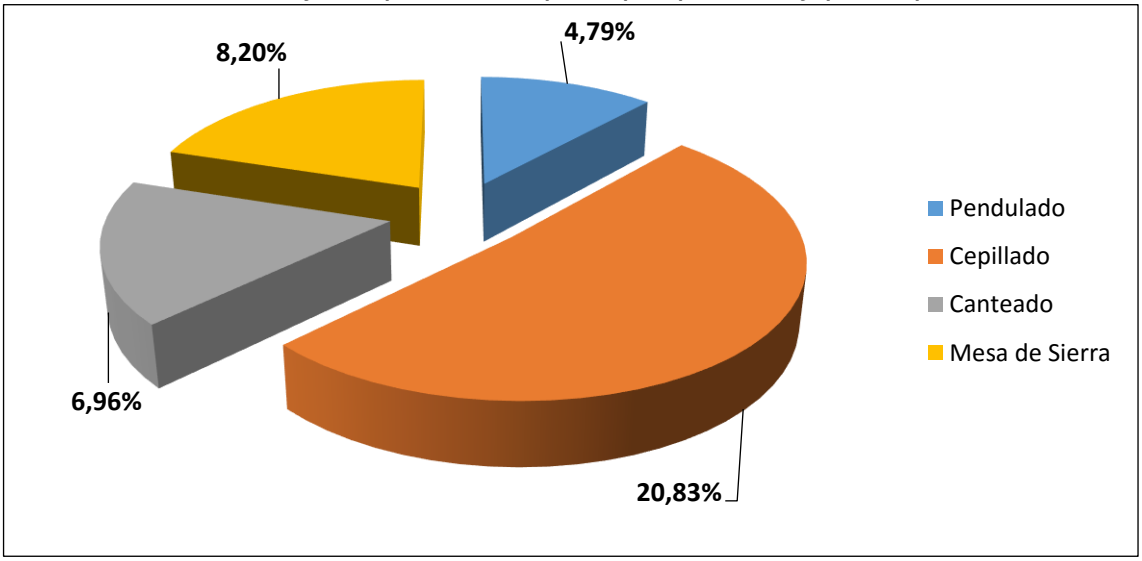
La pérdida de pesos promedio por espesores se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 17: Porcentaje de pérdida de peso por proceso y por espesor.

Proceso	Espesores					Promedio pérdida de peso por proceso
	1"	1,5"	2"	2,5"	3"	
Pendulado	4,42%	6,15%	2,71%	4,74%	5,95%	**4,79%**
Cepillado	26,93%	23,06%	16,94%	19,16%	18,05%	**20,83%**
Canteado	6,32%	5,15%	9,05%	7,43%	6,87%	**6,96%**
Mesa de Sierra	7,45%	8,53%	6,87%	9,29%	8,85%	**8,20%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 15. Porcentaje de pérdida de peso por proceso y por espesor.



El proceso en el cual se pierde el mayor porcentaje de peso según el análisis y grafico 15 es el cepillado de la madera con el 20.83% promedio, lo que significa que aplicando una estrategia de producción a este proceso se logrará mejorar en gran porcentaje el rendimiento de toda la planta industrial de la empresa EMPROFORSA.

4.1.3. Causas que originan porcentajes altos de desperdicio en el proceso de producción y priorización de las mismas

Para determinar las principales causas que originan el desperdicio en el proceso, se utilizó el diagrama causa-efecto para la identificación, luego se priorizó utilizando la herramienta de análisis Pareto, este proceso se realizó partiendo desde el análisis del proceso que genera mayor desperdicio hasta el proceso que genera el menor desperdicio.

Para realizar la priorización se estableció una escala de valorización, la cual se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 18: Criterios para calificar y priorizar.

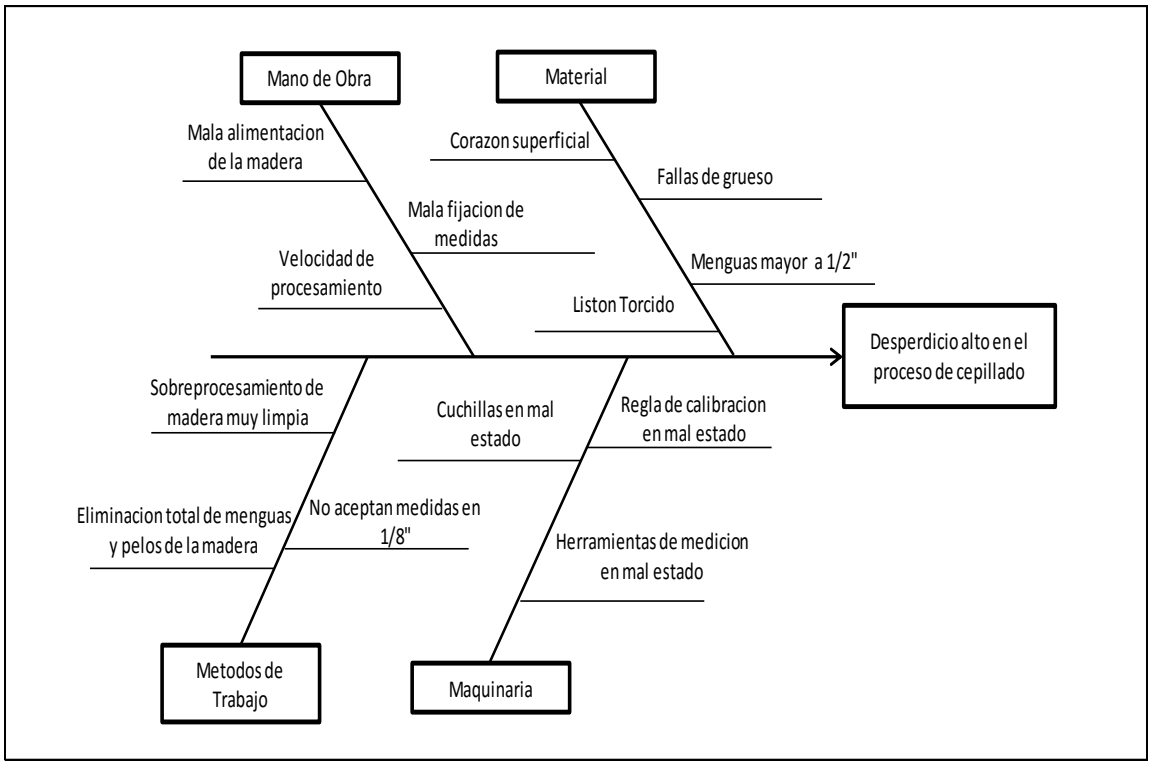
Criterio	Calificación
Muy importante	8 – 10
Importante	5 – 7
Poco importante	2 – 4
Sin importancia	0 – 1

Elaboración: El autor

4.1.3.1. Causas que generan desperdicio en el Cepillo de dos caras

En la siguiente figura (diagrama espina de pescado) se detalla las principales causas que generan el alto desperdicio en el proceso de cepillado de las dos caras de la madera de balsa.

Figura 7. Diagrama causa-efecto alto desperdicio en el cepillado.



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

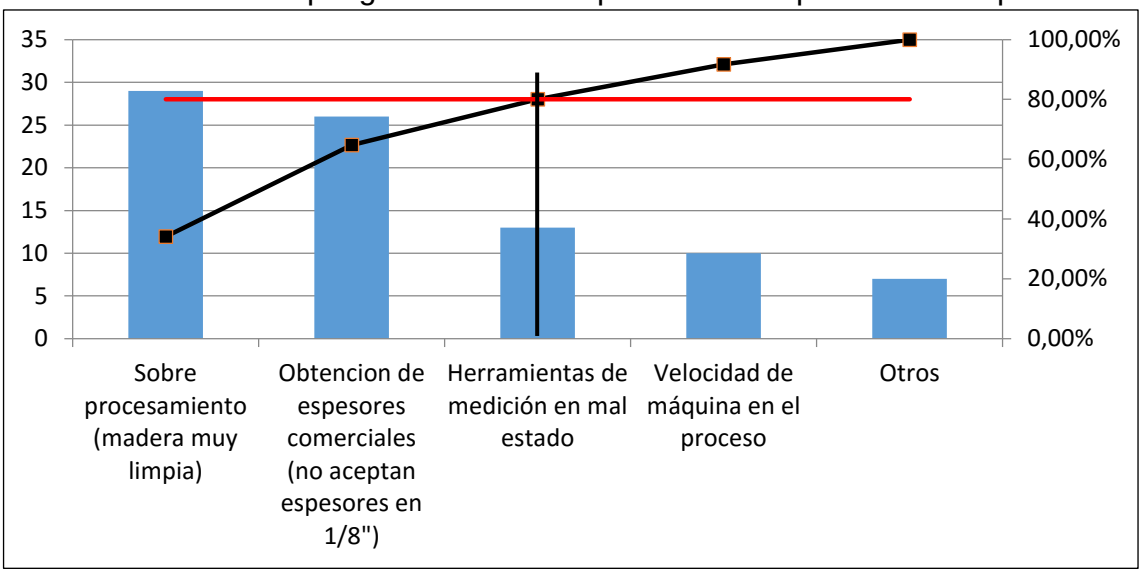
4.1.3.2. Priorización de causas que originan el alto desperdicio en el proceso de cepillado.

Cuadro 19: Selección de causas dada por las personas que trabajan en el proceso de cepillado**.**

Causas de Bajo Rendimiento	Calificación dada por el personal del proceso de Cepillado			
	1	**2**	**3**	**Total**
Sobre procesamiento (madera muy limpia)	10	9	10	29
Obtención de espesores comerciales (no aceptan espesores en 1/8")	8	9	9	26
Herramientas de medición en mal estado	5	6	2	13
Velocidad de máquina en el proceso	4	5	1	10
Otros	3	1	3	7

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 16. Causas que generan alto desperdicio en el proceso de cepillado.

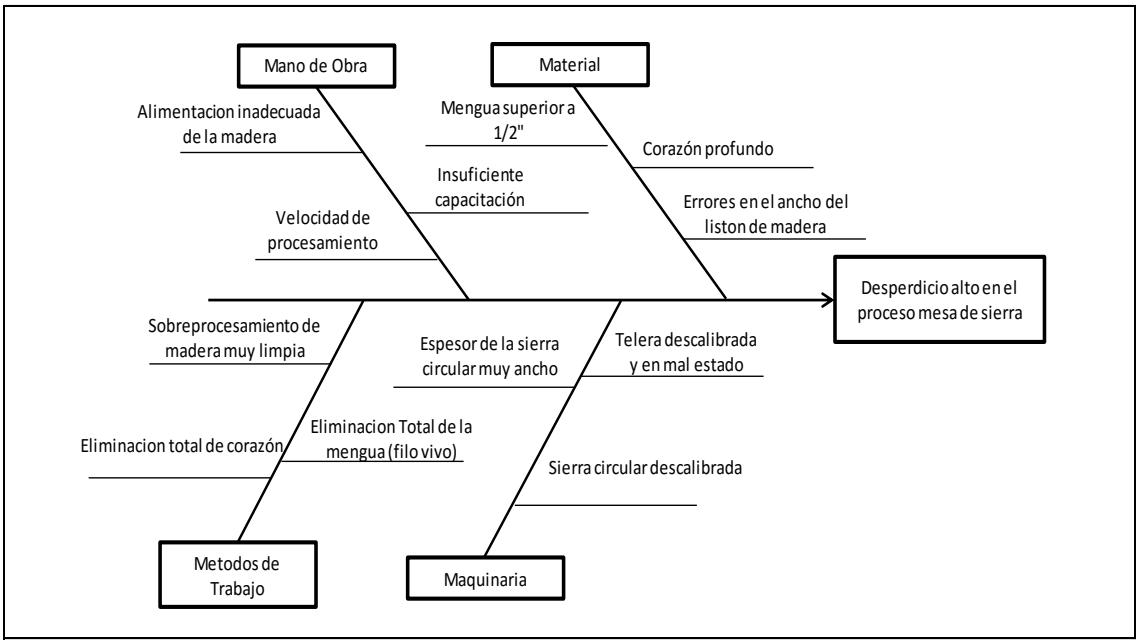


Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Según el grafico 16, el 80% del desperdicio generado en el proceso de cepillado se debe al sobre procesamiento de madera, obtención de espesores comerciales que no aceptan los de 1/8" y herramientas de medición en mal estado.

4.1.3.3. Causas que generan desperdicio en la mesa de sierra

Figura 8. Diagrama causa-efecto alto desperdicio en la mesa de sierra.



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

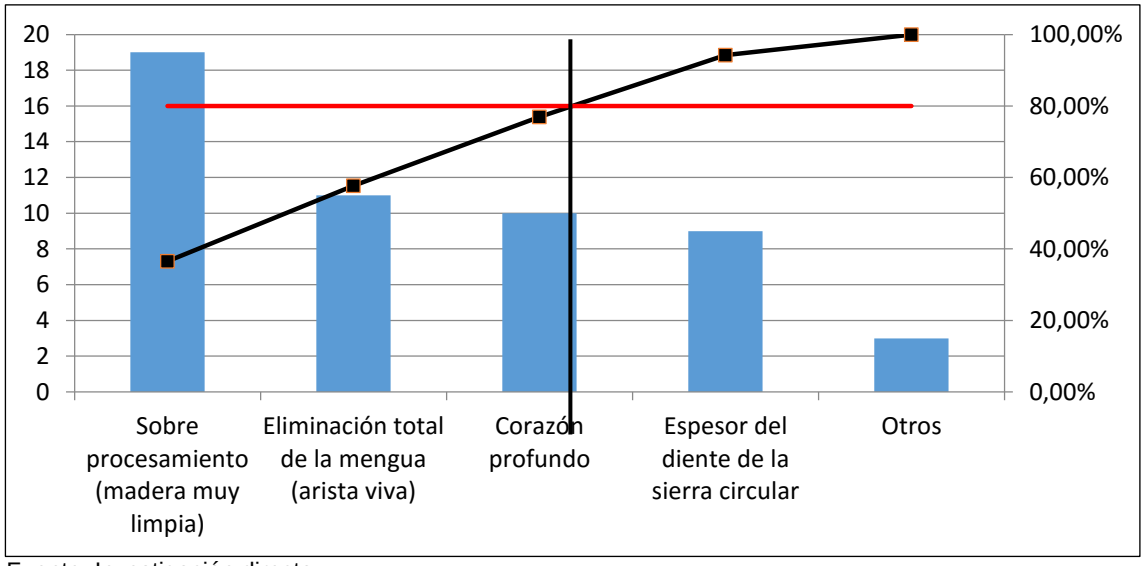
4.1.3.4. Priorización de causas que originan el alto desperdicio en el proceso de mesa de sierra

Cuadro 20: Selección de causas dada por las personas que trabajan en el proceso de mesa de sierra**.**

Causas de Bajo Rendimiento	Calificación dada por el personal del proceso de Cepillado		
	1	2	Total
Sobre procesamiento (madera muy limpia)	9	10	19
Eliminación total de la mengua (arista viva)	5	6	11
Corazón profundo	4	6	10
Espesor del diente de la sierra circular	4	5	9
Otros	2	1	3

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 17. Causas que generan alto desperdicio en el proceso de mesa de sierra



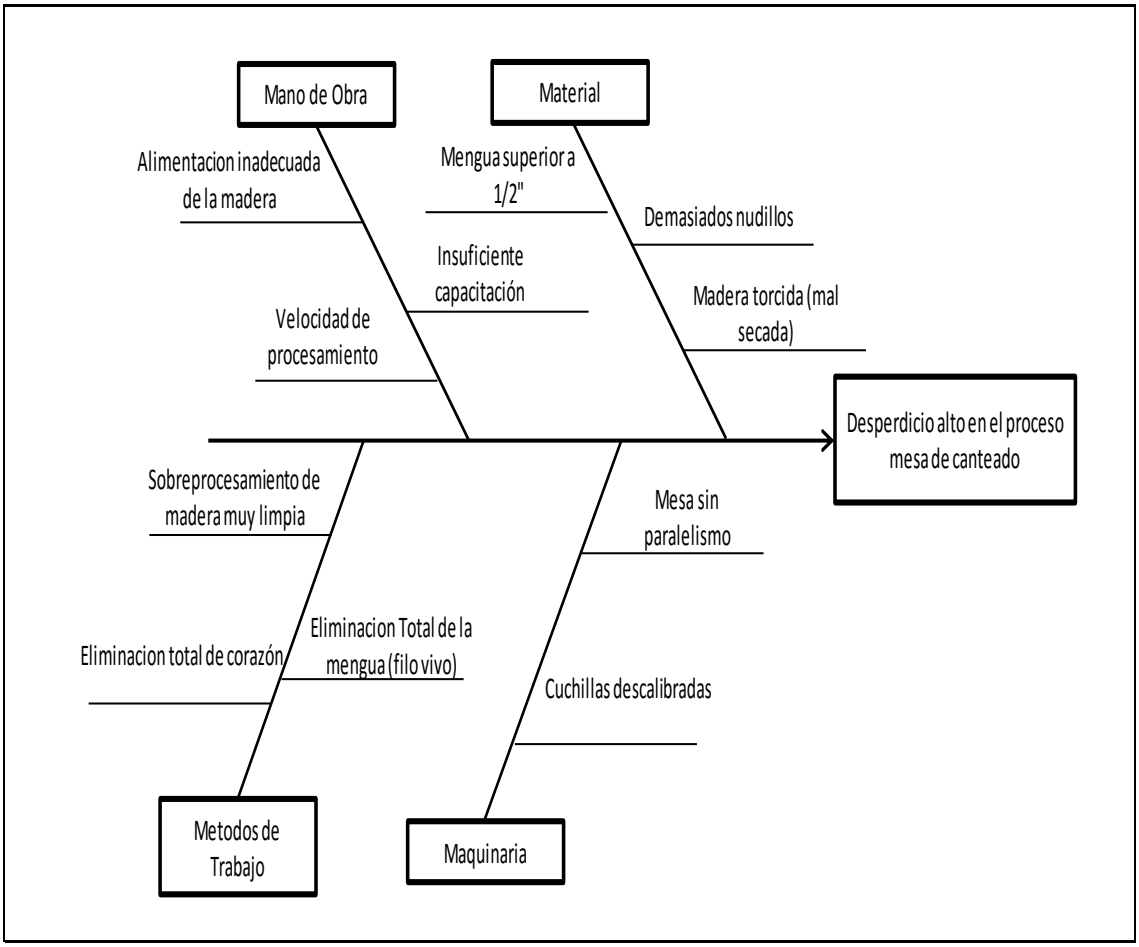
Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Según el grafico 17, el 80% del desperdicio generado en el proceso de mesa de sierra se debe al sobre procesamiento de madera, la eliminación total de la mengua y al defecto de corazón profundo en la madera de balsa.

4.1.3.5. Causas que generan desperdicio en el proceso de canteado

En la siguiente figura (diagrama espina de pescado) se detalla las principales causas que generan el alto desperdicio en el proceso de canteado de la madera de balsa.

Figura 9. Diagrama causa-efecto alto desperdicio en proceso de canteado.



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

4.1.3.6. Priorización de causas que originan el alto desperdicio en el proceso de canteado

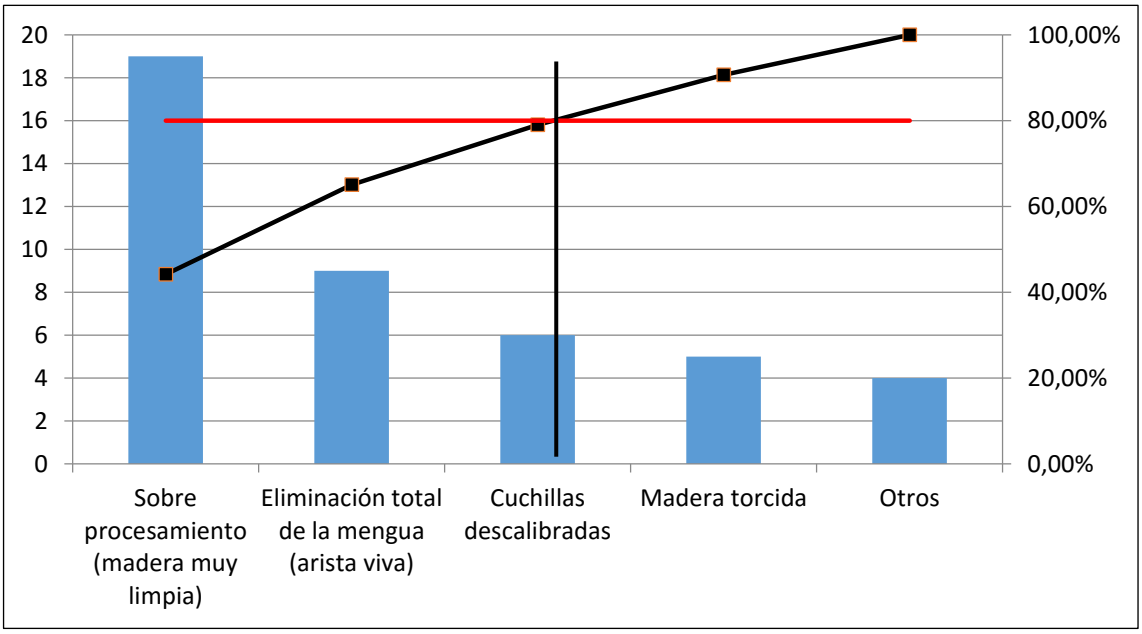
En el siguiente cuadro se detalla la priorización de las causas que originan el alto desperdicio en el proceso de canteado, según las personas que trabajan en esta máquina.

Cuadro 21: Selección de causas dada por las personas que trabajan en el proceso de canteado**.**

Causas de Bajo Rendimiento	Calificación dada por el personal del proceso de Cepillado		
	1	**2**	**Total**
Sobre procesamiento (madera muy limpia)	9	10	19
Eliminación total de la mengua (arista viva)	5	4	9
Cuchillas descalibradas	3	3	6
Madera torcida	2	3	5
Otros	2	2	4

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 18. Causas que generan alto desperdicio en el proceso de canteado.



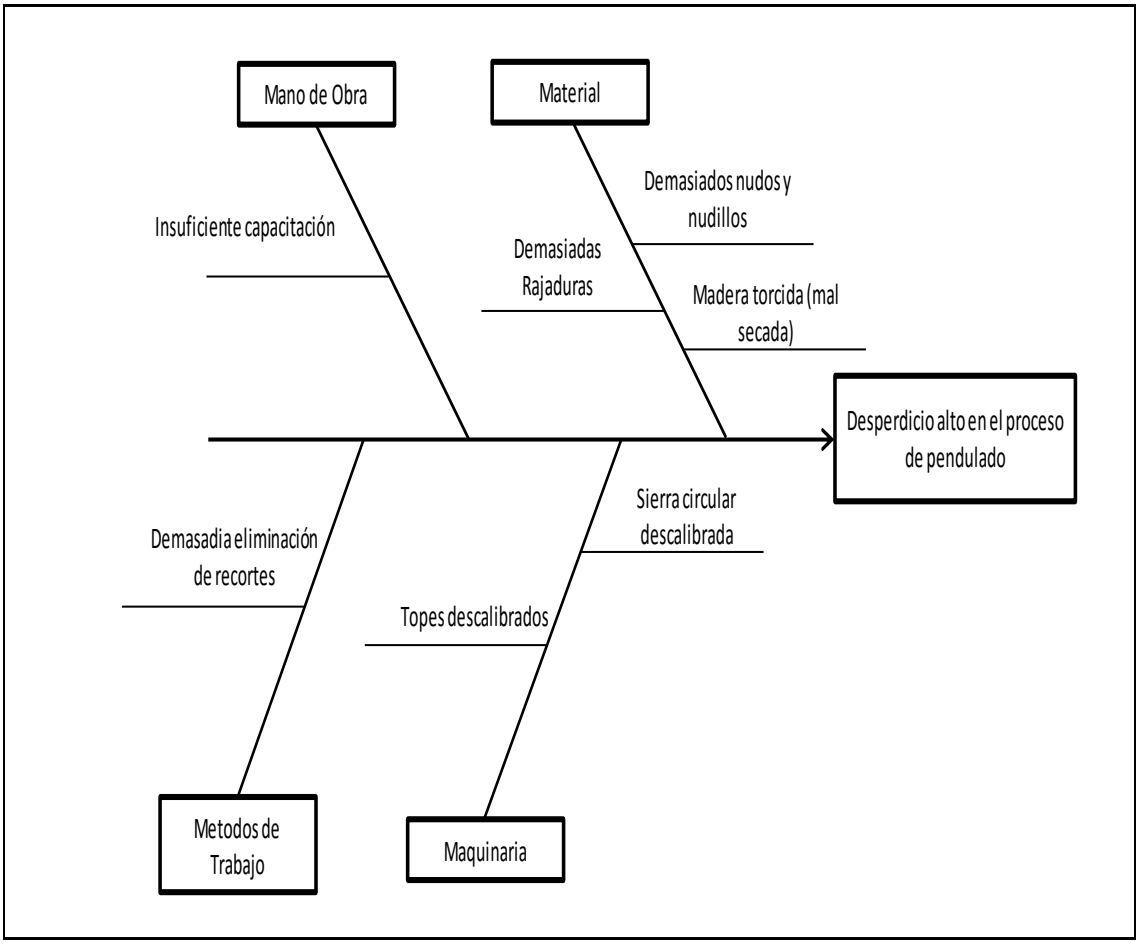
Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Según el grafico 18, el 80% del desperdicio generado en el proceso de canteado se debe al sobre procesamiento de madera, la eliminación total de la mengua y a las cuchillas descalibradas.

4.1.3.7. Causas que generan desperdicio en el proceso de pendulado

En la siguiente figura (diagrama espina de pescado) se detalla las principales causas que generan el alto desperdicio en el proceso de pendulado de la madera de balsa.

Figura 10. Diagrama causa-efecto alto desperdicio en proceso de pendulado.



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

4.1.3.8. Priorización de causas que originan el alto desperdicio en el proceso de pendulado

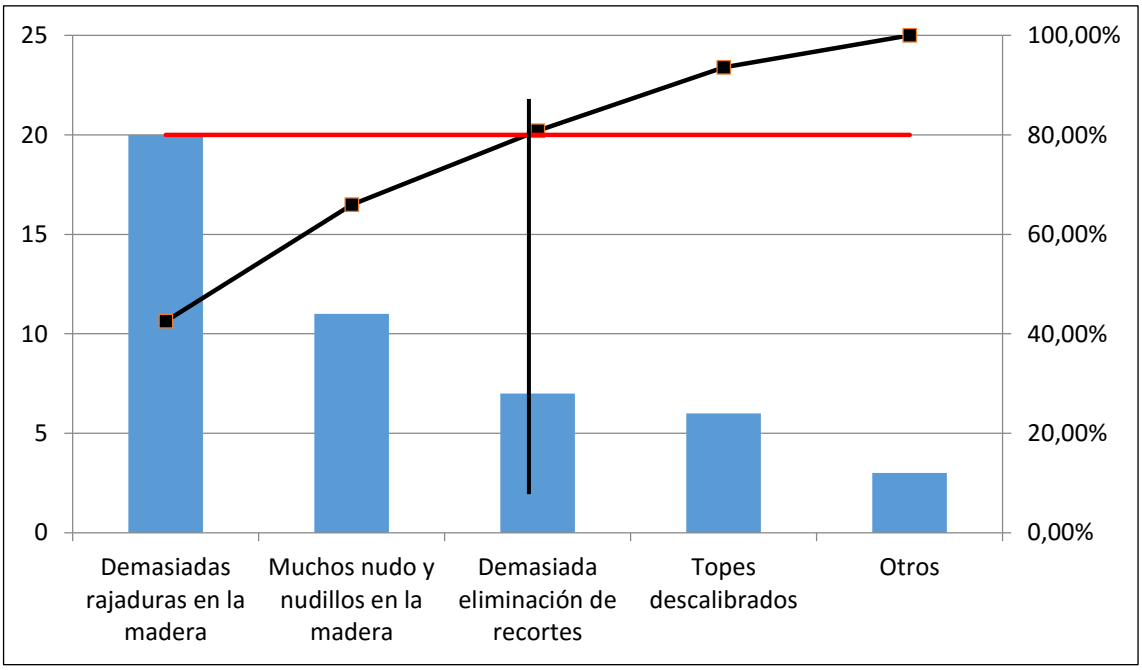
En el siguiente cuadro se detalla la priorización de las causas que originan el alto desperdicio en el proceso de pendulado, según las personas que trabajan en esta máquina.

Cuadro 22: Selección de causas dada por las personas que trabajan en el proceso de pendulado**.**

Causas de Bajo Rendimiento	Calificación dada por el personal del proceso de Cepillado		
	1	**2**	**Total**
Demasiadas rajaduras en la madera	10	10	20
Muchos nudos y nudillos en la madera	5	6	11
Demasiada eliminación de recortes	3	4	7
Topes descalibrados	3	3	6
Otros	1	2	3

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 19. Causas que generan alto desperdicio en el proceso de pendulado.



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Según el grafico 19, el 80% del desperdicio generado en el proceso de pendulado se debe a demasiadas rajaduras, muchos nudos y nudillos en la madera y a la eliminación de demasiados recortes.

4.1.4. Estrategia de producción para mejorar el rendimiento y la productividad de la planta

La propuesta o estrategia para mejorar el rendimiento se basa en la mejora continua de los métodos de trabajo y que tienen relación directa con la optimización de la materia prima, se plantea nuevos métodos para los procesos que generan alto desperdicio en la planta.

4.1.4.1. Estrategia para el proceso de cepillado

Para optimizar este proceso se debe obtener espesores de madera en fracciones de 1/8” y 1/4”. En el siguiente cuadro se detallan los espesores y que no afectaría en la calidad del producto terminado (bloque encolado de balsa), ya que el 100% de la producción de la planta es destinada a bloque.

Cuadro 23: Espesores de madera propuestos para el proceso de cepillado**.**

Espesor	Medida Física	Espesor Comercial Actual	Espesor Comercial Propuesto
1”	1 ¾”	1”,1 ¼”, 1 ½” y 1 ¾”	1”, **1 1/8”**,1 ¼”, **1 3/8”**,1 ½”, **1 5/8”** y 1 ¾”
1 ½”	2 ¼”	2”, 2 ¼”, 2 ½” y 2 ¾”.	2”, **2 1/8”**,2 ¼”, **2 3/8”**,2 ½”, **2 5/8”** y 2 ¾”
2”	2 ¾”	3”, 3 ¼”, 3 ½” y 3 ¾”.	3”, **3 1/8”**,3 ¼”, **3 3/8”**,3 ½”, **3 5/8”** y 3 ¾”
3”	4”		

Elaboración: El autor

Se plantea que la madera de 2”, 2 ½” y 3” cepillarla solamente una cara, es decir que se tendrá que producir listones de madera de balsa tendrán un lado limpio y otro peludo, estos listones de madera que tendrán un lado con pelo se usaran en la conformación de las plantillas para tapas del bloque y cubrirán la cara superior e inferior del bloque. Esto no afectará la calidad del bloque, considerando que el bloque encolado de balsa tiene sobre medida, la misma que el cliente la elimina en el proceso de trimeado o escuadrado del panel (corte a lo largo).

De la misma manera, la madera con mengua (pérdida de aristas) de hasta ¼" de ancho y profundidad al igual que la médula (corazón), que este afectando en ¼" al espesor de la madera no cepillarlas nuevamente para eliminar completamente estos defectos, si no usarlas en la conformación de plantillas para tapas superior e inferior del bloque encolado de balsa.

4.1.4.2. Estrategia para el proceso de mesa de sierra

Para mejorar el rendimiento o disminuir el desperdicio en el proceso de sierra de mesa, se plantea que por cada cuatro listones procesados enviar un listón con uno de sus lados peludos, estos listones servirán para la conformación de plantillas y serán colocadas en los extremos. De la misma forma el bloque a lo ancho tiene sobre medida la cual es eliminada en la etapa de acandazado (corte a lo ancho del panel). Esta actividad no afecta a la calidad del bloque.

Igual que en el proceso de cepillado, la madera con mengua y médula de hasta ¼" de ancho no debe ser procesada, se debe usar en los extremos del bloque como en el caso anterior, si estas son de 1/8" colocarlas al interior, ya que no afecta la calidad del bloque.

Para reducir el desperdicio de madera provocado por el espesor de la sierra circular (ancho del diente), se deberá colocar un tope en la mesa de trabajo la sierra de mesa, para que la persona que trabaja en la maquina durante el proceso no corte láminas de los cantos sino polvillo.

4.1.4.3. Estrategia para el proceso de canteado

La propuesta para el proceso de canteado es similar a la del proceso de sierra de mesa, ya que el objetivo de estos procesos es limpiar los lados de los listones de madera, igual que en el cepillado y mesa de sierra la madera con mengua y médula de hasta ¼" de ancho no debe ser procesada, se debe usar en los extremos del bloque como en el caso anterior, si estas son de 1/8" colocarlas al interior, ya que no afecta la calidad del bloque.

4.1.4.4. Comprobación del rendimiento según la estrategia de producción propuesta

Se procedió a realizar ensayos según la propuesta de estrategia de producción de esta investigación, en donde recopiló información según la hoja de inspección (anexo 3) del rendimiento por espesor de madera y en cada una de las etapas del proceso; en los siguientes cuadro y gráficos se detalla el resultado de los ensayos que se realizaron en la planta industrial.

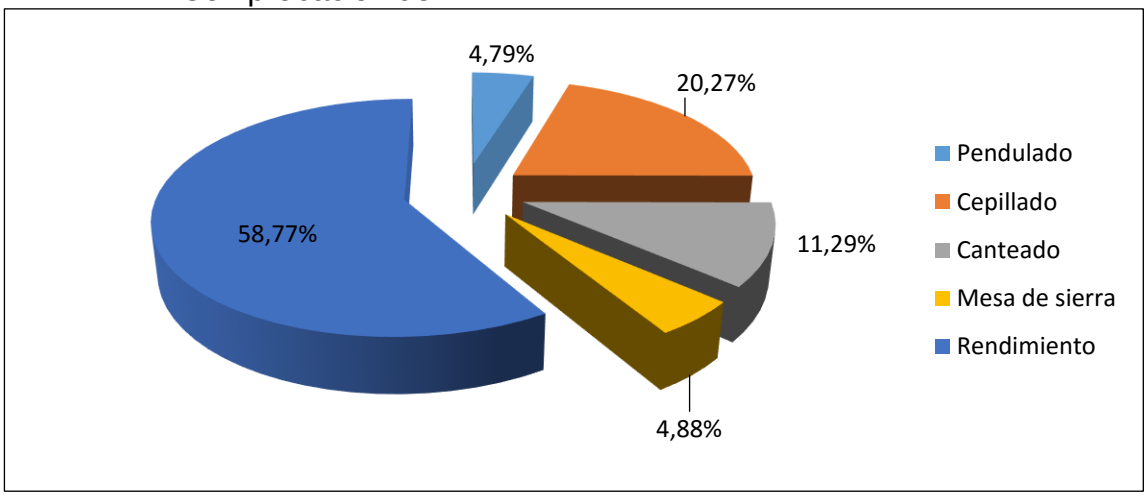
- **Comprobación rendimiento madera 1”**

Cuadro 24: Comprobación del rendimiento madera de 1”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	2,29	2,22	1,80	1,60	1,48	64,63%
2	6	2,22	2,18	1,90	1,45	1,31	59,01%
3	6	3,25	3,08	2,25	2,00	1,89	58,15%
4	6	1,95	1,80	1,50	1,11	1,01	51,79%
5	6	1,98	1,85	1,31	1,28	1,18	59,60%
Promedio		**2,34**	**2,23**	**1,75**	**1,49**	**1,37**	
Pérdida de peso por etapa			0,95	0,75	0,64	0,59	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			4,79%	20,27%	11,29%	4,88%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 1”							**58,77%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 20. Comprobación del rendimiento madera de 1”.



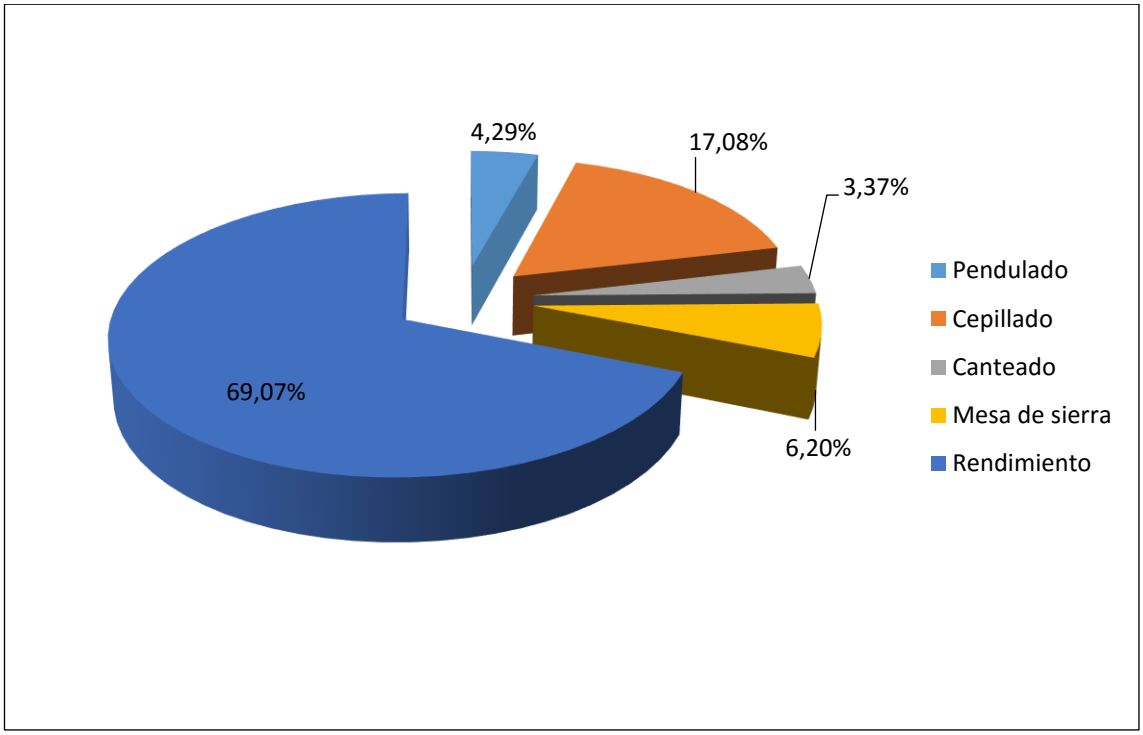
- **Comprobación rendimiento madera 1.5”**

Cuadro 25: Comprobación del rendimiento madera de 1.5”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	2,95	2,82	2,49	2,41	2,28	77,29%
2	6	2,25	2,12	1,71	1,63	1,44	64,00%
3	6	3,15	3,08	2,63	2,55	2,41	76,51%
4	6	2,14	2,06	1,50	1,39	1,18	55,14%
5	6	2,57	2,42	1,94	1,85	1,71	66,54%
Promedio		**2,61**	**2,50**	**2,05**	**1,97**	**1,80**	
Pérdida de peso por etapa			0,96	0,79	0,75	0,69	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			4,29%	17,08%	3,37%	6,20%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 1.5”							**69,07%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 21. Comprobación del rendimiento madera de 1.5”



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

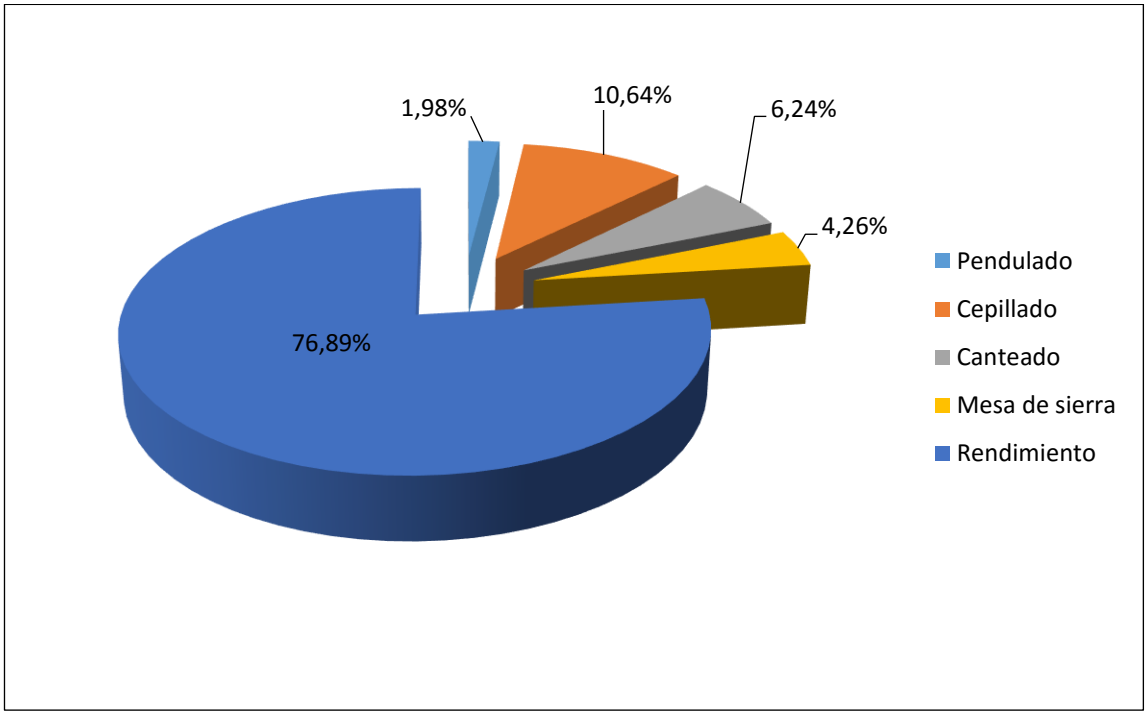
- **Comprobación rendimiento madera 2”**

Cuadro 26: Comprobación del rendimiento madera de 2”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	3,99	3,89	3,30	3,08	2,80	70,18%
2	6	4,12	4,06	3,61	3,36	3,14	76,21%
3	6	4,32	4,24	3,85	3,61	3,60	83,33%
4	6	4,10	4,01	3,63	3,33	3,15	76,83%
5	6	4,15	4,07	3,68	3,40	3,21	77,35%
Promedio		**4,14**	**4,05**	**3,61**	**3,36**	**3,18**	
Pérdida de peso por etapa			0,98	0,87	0,81	0,77	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			1,98%	10,64%	6,24%	4,26%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 2”							**76,89%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 22. Comprobación del rendimiento madera de 2”



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

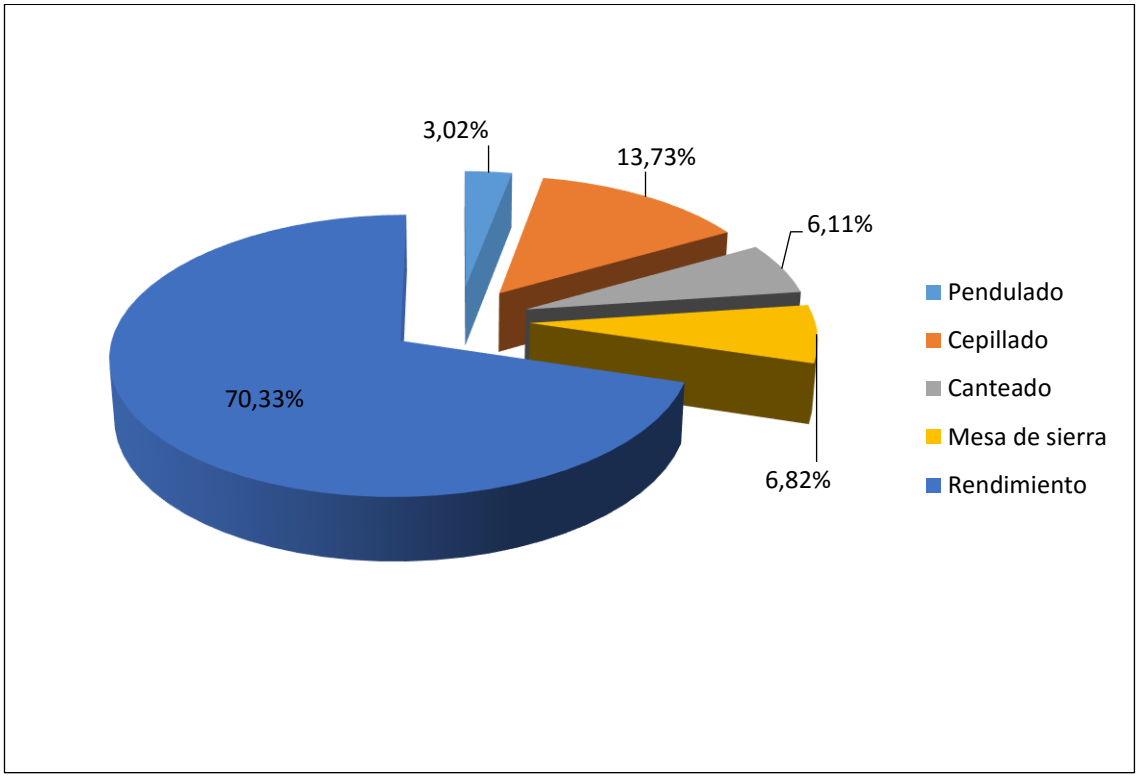
- **Comprobación rendimiento madera 2.5”**

Cuadro 27: Comprobación del rendimiento madera de 2.5”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	11,52	11,25	10,61	9,95	9,11	79,08%
2	6	10,96	10,65	9,05	8,50	7,91	72,17%
3	6	9,25	8,99	7,25	6,56	5,84	63,14%
4	6	9,12	8,81	7,06	6,64	5,90	64,69%
5	6	10,88	10,47	9,10	8,26	7,62	70,04%
Promedio		**10,35**	**10,03**	**8,61**	**7,98**	**7,28**	
Pérdida de peso por etapa			0,97	0,83	0,77	0,70	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			3,02%	13,73%	6,11%	6,82%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 2.5”							**70,33%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 23. Comprobación del rendimiento madera de 2.5”



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

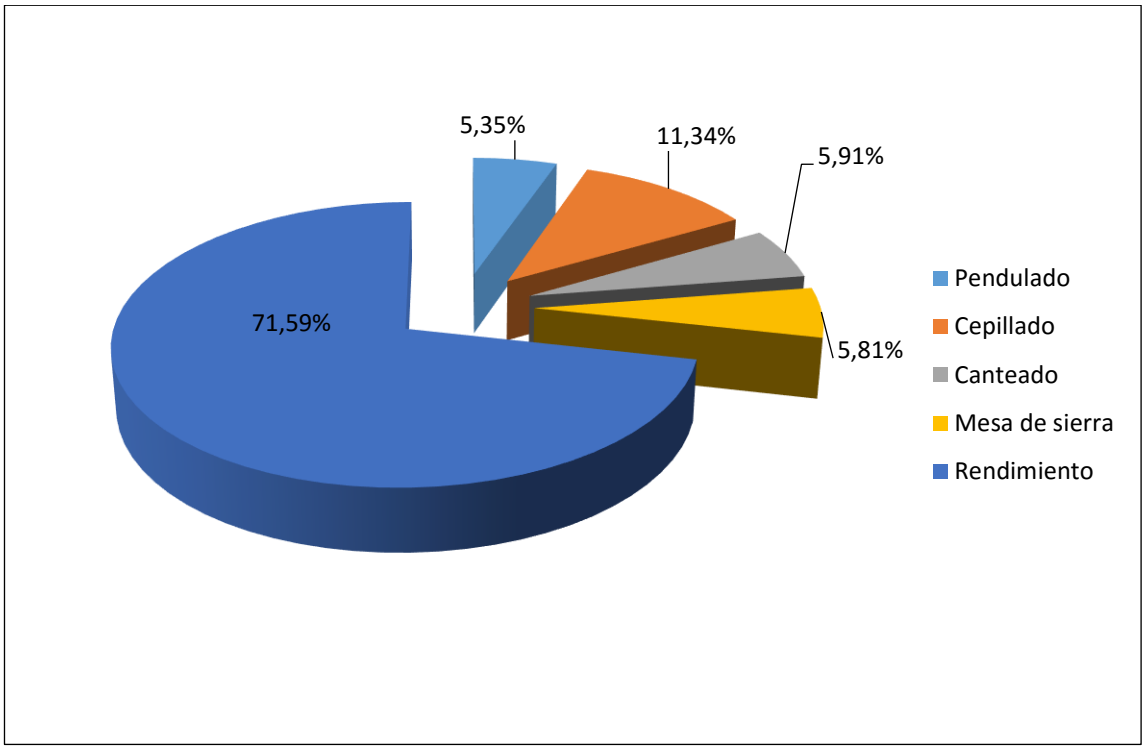
- **Comprobación rendimiento madera 3”**

Cuadro 28: Comprobación del rendimiento madera de 3”.

Numero de pieza	Longitud de la pieza (pies)	Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)					Rendimiento
		Inicio	Pendulado	Cepillado	Canteado	Mesa de sierra	
1	6	12,10	11,35	10,01	9,24	8,36	69,09%
2	6	11,65	11,08	9,95	9,22	8,55	73,39%
3	6	10,95	10,21	8,99	8,25	7,66	69,95%
4	6	12,95	12,22	10,66	9,99	9,23	71,27%
5	6	13,10	12,64	11,00	10,32	9,69	73,97%
Promedio		**12,15**	**11,50**	**10,12**	**9,40**	**8,70**	
Pérdida de peso por etapa			0,95	0,83	0,77	0,72	
Porcentaje de pérdida de peso por etapa			5,35%	11,34%	5,91%	5,81%	
Rendimiento Promedio del proceso de maquinado espesor 3”							**71,59%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 24. Comprobación del rendimiento madera de 3”



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

4.1.4.5. Rendimiento promedio por espesores según propuesta

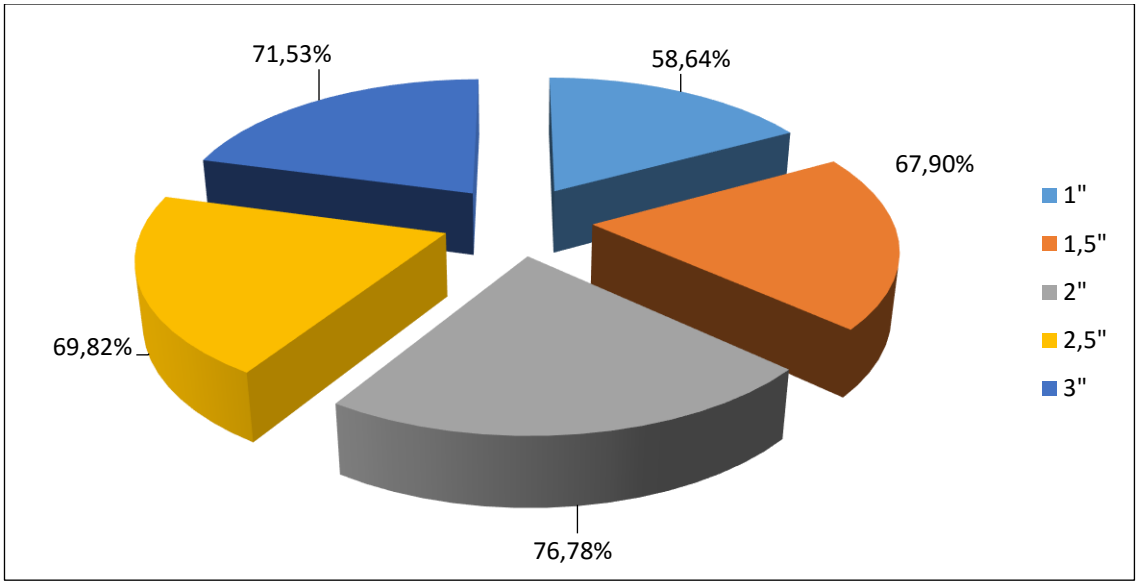
En el siguiente cuadro se detalla en resumen el promedio del rendimiento por espesor según la estrategia de producción propuesta y comprobada en el proceso de maquinado en la planta industrial de EMPROFORSA, el cual es del 68.93%.

Cuadro 29: Rendimiento promedio por espesores según propuesta

Espesor	Rendimiento por Piezas					Rendimiento Promedio
	1	2	3	4	5	
1"	64,63%	59,01%	58,15%	51,79%	59,60%	58,64%
1,5"	77,29%	64,00%	76,51%	55,14%	66,54%	67,90%
2"	70,18%	76,21%	83,33%	76,83%	77,35%	76,78%
2,5"	79,08%	72,17%	63,14%	64,69%	70,04%	69,82%
3"	69,09%	73,39%	69,95%	71,27%	73,97%	71,53%
Rendimiento según propuesta						**68,93%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 25. Rendimiento promedio por espesores según propuesta



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

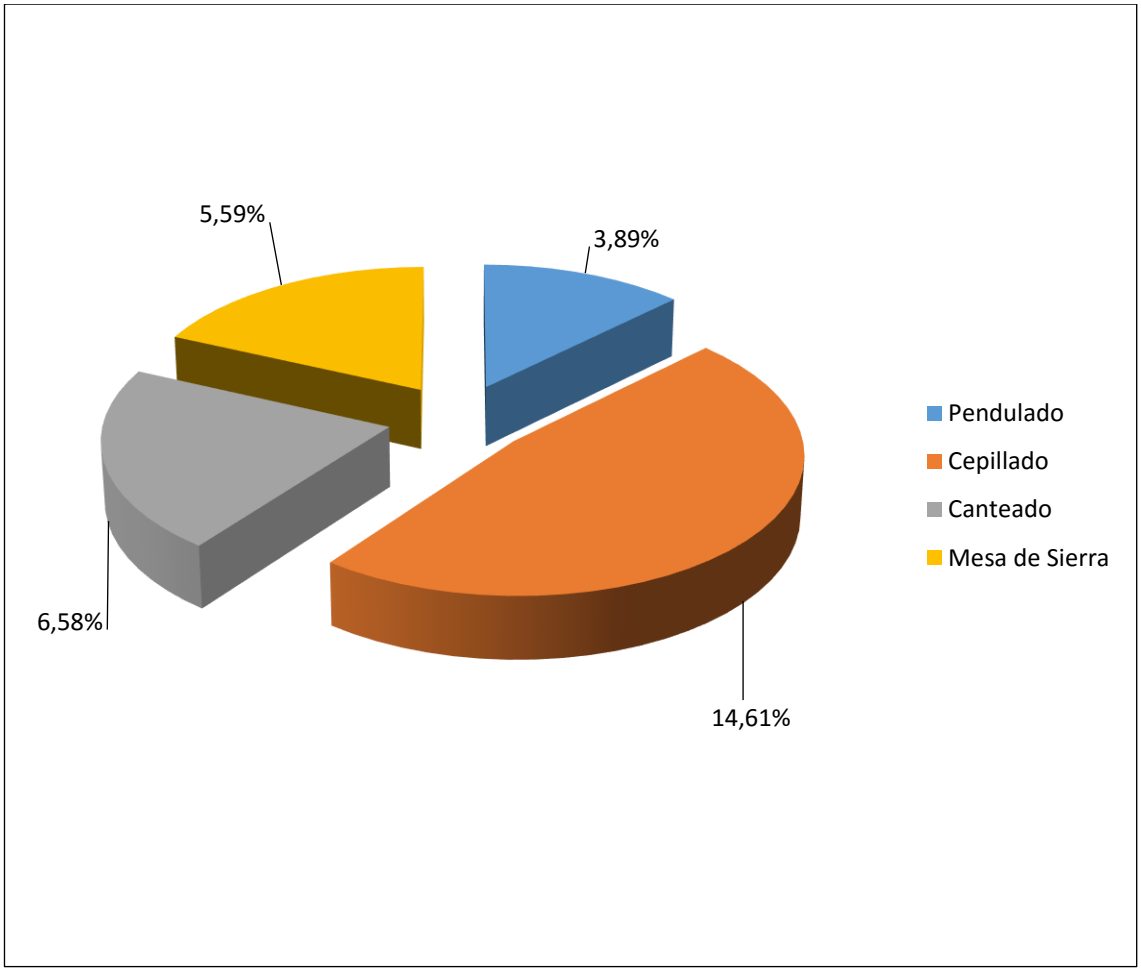
4.1.4.6. Resumen de pérdida de peso por espesores según propuesta

Cuadro 30: Resumen de pérdida de peso por espesores según propuesta

Proceso	Espesores					Promedio pérdida de peso por proceso
	1"	1,5"	2"	2,5"	3"	
Pendulado	4,79%	4,29%	1,98%	3,02%	5,35%	**3,89%**
Cepillado	20,27%	17,08%	10,64%	13,73%	11,34%	**14,61%**
Canteado	11,29%	3,37%	6,24%	6,11%	5,91%	**6,58%**
Mesa de Sierra	4,88%	6,20%	4,26%	6,82%	5,81%	**5,59%**

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Gráfico 26. Resumen de pérdida de peso por espesores según propuesta



Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

4.1.4.7. Medición del rendimiento de la planta industrial

El presente trabajo de investigación propone a la empresa un modelo matemático para medir mensualmente el rendimiento de la planta industrial, y así pueda realizarse las correcciones necesarias y que el proceso de mejora continua sea constante, en el siguiente cuadro se detallan los datos que se deben recopilar para el respectivo cálculo:

Cuadro 31: Datos a recopilar para cálculo del rendimiento

Ítem	Descripción actividad
EAN	Existencias anteriores
MT	Madera trabajada
TPBEB	Transferencia a procesos de bloques encolados de balsa
VMBSB	Venta de madera de balsa suelta en bultos
EAC	Existencias actuales
DRR	Diferencia por reproceso en resaneo
R	Rendimiento mensual (gramos)

Fuente: Investigación directa
Elaboración: El autor

Dónde:

a) **Existencias anteriores (EAN).** Es el volumen de madera de balsa procesada y calificada, que se encuentra a inicios de cada mes.

b) **Madera trabajada (MT).** Es el volumen de madera de balsa seca peluda que ha sido procesada y calificada cada mes.

c) **Transferencia a proceso de bloques encolados de balsa (TPBEB).** Es el volumen de madera de balsa calificada transferida para el procesamiento de bloques encolados.

d) **Ventas de madera de balsa suelta en bultos (VMBSB)**. Volumen de madera suelta vendida cada mes.

e) **Existencias actuales (EAC).** Volumen de madera de balsa inventariada

cada fin de mes.

f) **Diferencia por reproceso en resaneo (DRR).** Volumen de madera de balsa perdida durante el proceso.

g) **Rendimiento (R).** Es el resultado de la eficiencia del proceso de industrialización de la madera de balsa en bloques encolados.

Las ecuaciones necesarias para realizar el cálculo respectivo del rendimiento de la planta mensualmente se detallan a continuación:

$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{MT} - \mathrm{DRR}}{\mathrm{MT}} * 100$$

$$\mathrm{DRR} = (\mathrm{EAN} + \mathrm{MT} + \mathrm{EAC}) - (\mathrm{TPBEB} + \mathrm{VMBSB})$$

4.2. Discusión

El análisis realizado comprensivamente de cada uno de los factores de este trabajo de investigación, y con la búsqueda de información se hizo posible establecer que si procede desarrollar una estrategia de producción para mejorar el rendimiento de la planta industrial de la empresa EMPROFORSA del cantón Quevedo.

Esta investigación se relaciona con el criterio de ciertos autores, entre ellos **(González, 2012)**, quien indica que en la mayoría de los procesos industriales el mayor enemigo es la variabilidad, la cual puede ser observada en la características cuantificables de productos y procesos; y que el análisis estadístico de los datos puede ayudar a proveer una mejor compresión de la naturaleza, extensión y causas d la variabilidad de los procesos industriales.

Para determinar el diagrama de flujo del proceso de industrialización de la madera de balsa en el área de maquinado se hizo referencia a lo dicho por **(Chase Richard, 2009),** quien indica que las actividades asociadas a un proceso con frecuencia se afectan unas a otras, por lo cual es importante considerar el desempeño simultaneo de una serie de actividades que operan todas al mismo tiempo.

Para sustentar el análisis de causa-efecto se citó a **(González, 2012),** para simbolizar detalladamente y organizar de forma lógica y en orden de mayor importancia las causas potenciales que contribuían al problema de altos porcentajes de desperdicio en el proceso de producción de la madera de balsa.

La estrategia de producción desarrollada en esta investigación tuvo su sustento en la metodología KAIZEN, que según el criterio de **(Moreno, 2011),** es un armonioso método de mejoramiento continuo que sobresale por ser aplicable a todo nivel, principalmente en el mundo de los negocios, ya que se caracteriza por desarrollar una cultura y dar participación a todos los trabajadores, desde la alta gerencia hasta el personal del limpieza. Con el desarrollo de esta técnica

se obtuvo como resultado que del 59.06% actual se obtuvo el 68.93% en el rendimiento promedio por espesores, lo que significa un aumento significativo del 9.9%, y que sería muy importante para la empresa aplicar esta estrategia de producción propuesta en esta investigación, por lo que la hipótesis planteada si se cumple, ya que el diseño de una estrategia de producción si repercute en la productividad de la empresa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La situación actual con respecto al rendimiento de la planta de producción de la empresa EMPROFORSA no es satisfactorio, ya que a pesar de que un 73.81% de los trabajadores de la planta conocen de que se les está midiendo el rendimiento individual, los resultados del mismo son solamente buenos, es por eso que el desconocimiento de los resultados de la gestión de producción llega al 66.67%. Toda esta situación se da en el proceso de maquinado de la madera, ya que al ser los desperdicios altos en este subproceso el rendimiento es bajo.

- El proceso de cepillado es el que más alto porcentaje de desperdicio genera, encontrándose en la actualidad en un 20.83% en promedio de todos los espesores de madera de balsa que se trabajan en la planta, esta situación conlleva a que el rendimiento promedio de la planta industrial se encuentre en un 59.06%.

- Los altos porcentajes de desperdicio y el bajo rendimiento de la planta se dan principalmente al exceso de limpieza o sobre procesamiento de la madera de balsa en los procesos de cepillado, mesa de sierra y canteado, el cual no es necesario, ya que al usar la madera de balsa con vértices y lados peludos como tapas de los bloques encolados de balsa el rendimiento se incrementa, lo mismo ocurre al utilizar la madera de balsa con corazón superficial tanto en los vértices como en los lados principalmente.

- La comprobación de la estrategia de producción basada en la mejora continua dio como resultado la disminución del desperdicio, principalmente en el proceso de cepillado al 14.61%, esto implico que el rendimiento promedio por espesores en el proceso aumente a un 68.93%; estos resultados indican que con respecto al desperdicio se disminuyó un 6.22% y con respecto al rendimiento se aumentó un 9.87%. Además la información de las existencias anteriores, madera trabajada, transferencia a

procesos de bloques encolados de balsa, venta de madera de balsa suelta en bultos, existencias actuales, diferencia por reprocesos en resaneo y rendimiento mensual, es importante para determinar mensualmente el rendimiento de la planta, cuyo parámetro servirá en la toma de decisiones y procesos de mejora continua.

5.2. Recomendaciones

- Será muy importante que la empresa realice el seguimiento necesario y técnico a las actividades de mejora continua propuestas en este trabajo de investigación, y así poner al descubierto las actividades del alto desperdicio y bajo rendimiento generado en el proceso, todo esto se lograra con el aporte de todas las personas involucradas en el proceso de industrialización de la madera de balsa de la empresa EMPROFORSA.

- En el proceso de cepillado de la madera de balsa, sus operadores deben recibir capacitaciones con más frecuencia, ya que es aquí donde se está generando el mayor desperdicio, influyendo directamente en el rendimiento, y esto se debe a que están realizando demasiado sobre procesamiento de la madera.

- Se recomienda a los administradores de esta planta industrial continuar evaluando la respuesta de los diferentes espesores comerciales de la madera de balsa a las mejoras propuestas, todo esto servirá para establecer cuadros de control que permitirán medir la frecuencia con que el producto final cumple con las especificaciones, y así la variabilidad del rendimiento de la planta se encuentre entre los límites de tolerancia establecidos.

- Los resultados obtenidos en la comprobación de la estrategia de producción constituye el inicio para mejorar la competitividad de la empresa, lo que permitirá que sus trabajadores tengan asegurado sus puestos de trabajo, creando incentivos por el ahorro de materia prima. También se recomienda que en la planta se establezca un plan de mantenimiento para evitar perdida de materia prima por descalibración de las máquinas y equipos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. Literatura citada

Acinas José de Domingo. (2012). *Calidad y Nejora Continua.* España: Editorial Donostiarra S.A.

Avella Camarero Lucía. (2006). *Estrategias de Producción 2 ed.*

BALSEBOT. (2012). *Aplicaciones de la Madera de Balsa*. Obtenido de Balsa Ecuatoriana para Botes y Modelos: http://www.balsebot.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=6

BOM Consulting Group. (30 de 07 de 2008). *Kaizen (Mejoramiento Continuo) - Lean Manufacturing*. Obtenido de Kaizen (Mejoramiento Continuo) - Lean Manufacturing: http://es.slideshare.net/bomconsulting/kaizen-mejoramiento-continuo-lean-manufacturing

Centro Nacional de Productividad. (15 de 04 de 2008). *Indicadores de Productividad.* Obtenido de Medición de la productividad del valor agregado : http://www.cyta.com.ar/ta0702/v7n2a3.htm

Chase Richard. (2009). *Administración de las Operaciones 12 ed.* McGraw-Hill.

Chiles Vic. (2006). *Principios de Ingeniería de Manufactura, 3 ed.* Compañía Editorial Continental.

Cuatrecasas Lluis. (2010). *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia.* Barcelona: PROFIT Editorial.

Doerr Octavio & Sánchez Ricardo. (2006). *Indicadores de Productividad para la industria portuaria.* Santiago de Chile: CEPAL. Obtenido de http://books.google.com.ec/books?id=U6zb1xg1EJQC&pg=PA13&dq=indicadores+de+productividad&hl=es&sa=X&ei=kIRAVJi6AYfFggTk4ILQBg&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=indicadores%20de%20productividad&f=false

Espinoza, E. (2007). *Descripción Tecnológica de la Balsa.* Obtenido de Cultivo de Balsa: http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=A3662695-188B-7C0F-A69FDD2F484F46

Gonzalez, H. (11 de 07 de 2012). *Herramientas para la Mejora Continua*. Obtenido de Calidad y Gestión: http://calidadgestion.wordpress.com/2012/07/11/herramientas-para-la-mejora-continua/

Julietas. (02 de 10 de 2009). *Diagramas de Procesos*. Obtenido de Diagramas: http://es.slideshare.net/julietas/diagramas-de-proceso

Mokake Karen. (2011). *Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad.* Washington.

Moncayo, R. (04 de 2011). *Optimización de Procesos.* Obtenido de Sistemas de Producción: http://ramonmoncayo.wordpress.com/74-2/planificacion-y-control-de-la-produccion/

Moran, L. (27 de 04 de 2009). *Estrategias de Producción*. Obtenido de Working at AstraZeneca Pharmaceuticals : http://www.slideshare.net/Lilianamoranrivera/estrategia-de-produccion

Moreno, M. (30 de 03 de 2011). *El método Kaizen para el mejoramiento continuo*. Obtenido de El Blog Salmón. Economía y Finanzas: http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/el-metodo-kaizen-para-el-mejoramiento-continuo

Muller Max. (2005). *Fundamentos de Administración de Inventarios.* Bogotá: Grupo Editorial Norma.

Niebel Benjamin & Freivalds Andris. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Stándares y Diseño del Trabajo. 12 ed.* México: McGraw-Hill.

Sapag Nassir & Sapag Reinaldo. (2011). *Prepoaración y evaluación de Proyecto, 2 ed.* México: McGraw-Hill.

Sarkissian, A. (2000). *Estrategia de Producción*. Obtenido de eHow en Español, Finanzas: http://www.ehowenespanol.com/estrategia-produccion-manera_398201/

Seguel, R. (14 de 06 de 2008). *Optimización de Procesos*. Obtenido de Los Líderes BPM de América Latina: http://blog.bpm-latam.org/2008/06/optimizacin-de-procesos-parte-i.html

Taborda, M. (10 de 09 de 2013). *Eficiencia y Productividad - Ingeniería Industrial*. Obtenido de Prezi. Eficiencia y Productividad - Ingeniería Industrial: http://prezi.com/qt-vm_ovizph/eficiencia-y-productividad-ingenieria-industrial/

Velázquez M. (2007). *Administración de los Sistemas de Producción.* México: Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores.

Vinueza, M. (25 de 09 de 2012). *Ficha Técnica 7 de la Balsa.* Obtenido de Ecuador Forestal: http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-7-balsa/

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO 1. Encuesta dirigida al personal administrativo y de planta de la empresa EMPROFORSA del Cantón Quevedo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DE PLANTA DE LA EMPRESA EMPROFORSA DEL CANTÓN QUEVEDO.

INVESTIGADOR: SANDRO ARCADIO DAZA BRAVO

OBJETIVO.- Elaborar un diagnóstico sobre la situación y rendimiento actual de la empresa EMPROFORSA.

INSTRUCCIONES:

A continuación marque con una **(X)** la alternativa o escriba la respuesta que considere más pertinente.

1. ¿Conoce usted si están midiendo el rendimiento individual en la planta de producción de la empresa?

a) Si ☐

b) No ☐

2. ¿Según su criterio los resultados del rendimiento de la planta de su empresa son?

a) Excelentes ☐

b) Muy Buenos ☐

c) Buenos ☐

d) Regulares ☐

3. ¿Según usted la empresa tiene establecido los controles pertinentes sobre el rendimiento de la planta?

a) Si ☐

b) No ☐

4. ¿Considera usted que la empresa evalúa la gestión de producción en la planta industrial a través de indicadores de rendimiento?

a) Si ☐

b) No ☐

5. ¿Según su opinión los desperdicios que se generan en el proceso están dentro los parámetros normales?

a) Si ☐

b) No ☐

6. ¿Cree usted que se puedan disminuir los porcentajes de desperdicio mejorando el proceso?

a) Si ☐

b) No ☐

7. ¿En qué etapas del proceso se están generando el mayor porcentaje de desperdicio?

a) Recepción de madera ☐

b) Secado de la madera ☐

c) Maquinado de la madera ☐

d) Encolado y prensado de la madera ☐

8. ¿Considera usted que el diseño de una estrategia de producción bajo la metodología de la mejora continua optimizara los rendimientos en la empresa?

a) Si ☐

b) No ☐

ANEXO 2. Entrevista dirigida al jefe de producción de la empresa EMPROFORSA del Cantón Quevedo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA EMPROFORSA DEL CANTÓN QUEVEDO.

INVESTIGADOR: SANDRO ARCADIO DAZA BRAVO

OBJETIVO.- Elaborar un diagnóstico sobre la situación y rendimiento actual de la empresa EMPROFORSA.

2. ¿Qué tiempo tiene usted prestando sus servicios en esta empresa?

3. ¿Cómo evalúa usted el rendimiento de la planta industrial?

4. ¿Utiliza usted indicadores de eficiencia y rendimiento para medir la productividad de su planta, Cuáles?

5. ¿Qué etapas del proceso cree usted que es donde se generando el más alto porcentaje de desperdicio, por qué?

6. ¿Estaría dispuesto usted a desarrollar y aplicar una estrategia de producción basada en la mejora continua para optimizar el rendimiento de la planta industrial que usted dirige, por qué?

ANEXO 3. Formato para evaluacion del rendimiento de la planta

EMPROFORSA S.A.						
FECHA:						
ESPESOR:						
Numero de pieza	**Longitud de la pieza (pies)**	**Pesos en cada etapa del proceso (Lbs.)**				
		Inicio	**Pendulado**	**Cepillado**	**Canteado**	**Mesa de sierra**
OBSERVACIONES:						

ANEXO 4. Ubicación de la empresa

Ubicación
EMPROFORSA

ANEXO 5. Fotos planta industrial.

ANEXO 6. Fotos realizando encuesta en la planta de producción.