

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
MADERA ASERRADA PARA ALCANZAR ESTÁNDARES DE
CALIDAD EN LA CORPORACIÓN MADERERA FERPESI S.A.C.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

CINTHIA FIORELLA CADENILLAS ACOSTUPA

ASESOR

EDWIN ARTURO JUAREZ MARCHENA

<https://orcid.org/0000-0002-2407-4683>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO
DE MADERA ASERRADA PARA ALCANZAR ESTÁNDARES
DE CALIDAD EN LA CORPORACIÓN MADERERA FERPESI
S.A.C.**

PRESENTADA POR:

CINTHIA FIORELLA CADENILLAS ACOSTUPA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Mgr.Oscar Kelly Vásquez Gervasi
PRESIDENTE

MSc.Martha Elina Tesén Arroyo
SECRETARIO

Edwin Arturo Juarez Marchena
VOCAL

Dedicatoria

Al Creador supremo, omnipotente, omnipresente y omnisciente, el que me ha dado fortaleza para continuar en todo momento de mi vida. Por ello, con toda la humildad que tiene mi corazón, dedico mi trabajo a Dios.

A mis padres y hermanos, que con su ejemplo y amor me han enseñado a no desfallecer, ni rendirme ante nada, a siempre perseverar, con entusiasmo y optimismo.

Agradecimientos

El presente trabajo de tesis se lo debo a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hizo realidad este sueño anhelado, en el tiempo perfecto. Te agradezco Dios, dueño de mi vida por guiarme durante todo mi camino y darme las fuerzas necesarias para superar obstáculos. Agradezco a mis padres, porque creyeron en mí, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte, gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque, el orgullo que sienten por mí, fue lo que me llevó a perseverar hasta el final. Les agradezco a ellos, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional. A mi asesor de tesis, coach y mejor amigo, Luis Huacchillo, por su dedicación y entusiasmo, quien, con sus conocimientos, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda finalizar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a todos mis docentes que estuvieron presentes durante toda mi carrera profesional, porque todos han aportado gracias a sus enseñanzas y sus consejos, que ayudan a formarme como persona e investigador.

Así mismo estoy agradecida con la empresa Corporación Maderera FERPESI S.A.C, por brindarme la información necesaria para la realización del proyecto de tesis y así poder cumplir con mis metas.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amor, amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Índice

Resumen	11
Abstract	12
I. Introducción	13
II. Marco Teórico	15
2.1 Antecedentes	15
2.2 Bases teóricas científicas	18
III. Resultados	37
3.1 <i>Objetivo 1: Diagnosticar la situación actual de la empresa FERPESI S.A.C.</i>	37
3.1.1 La empresa	37
3.1.2 Descripción del sistema productivo	39
3.1.3 Identificación de las causas del problema en el sistema de producción.....	70
3.1.4 Matriz de consistencia	88
3.1.5 Priorización de factores vs mejoras	89
3.2 <i>Objetivo 2: Propuestas de mejora del proceso productivo.</i>	91
3.2.1 Propuesta de implementación del área de control de calidad.....	91
3.2.2 Propuesta de implementación del proceso de control de la calidad	92
3.2.3 Propuesta de dirección de personas	115
3.2.4 Propuesta de redistribución de planta.....	120
3.2.5 Propuesta de 5S.	126
3.2.6 Nuevos indicadores	130
3.3 <i>Objetivo 3: Realizar el análisis costo beneficio de la propuesta</i>	142
3.3.1 Beneficios.....	142
3.3.2 Costos e Inversiones	143
IV. Conclusiones	151
V. Recomendaciones	152
VI. Referencias.....	153
VII. Anexos	155

Lista de tablas

Tabla 1. Normas Técnicas Peruanas para madera aserrada.....	20
Tabla 2. Tabla de Mundel.....	24
Tabla 3. Sistema Westinghouse Suplementos.....	25
Tabla 4. Suplementos por descanso de la Organización Internacional del Trabajo.....	26
Tabla 5. Simbología de diagrama de operaciones.....	27
Tabla 6. Simbología para diagrama de actividades.....	28
Tabla 7. Productos terminados que ofrece la empresa.....	40
Tabla 8. Dimensiones de productos terminados de la empresa.....	41
Tabla 9. Especies de madera.....	42
Tabla 10. Ventas del año 2019.....	44
Tabla 11. Información sobre operarios.....	46
Tabla 12. Maquinaria de la empresa.....	46
Tabla 13. Ficha técnica sierra cinta estacionario.....	47
Tabla 14. Ficha técnica de sierra circular.....	47
Tabla 15. Ficha técnica de cepilladora regruesadora.....	48
Tabla 16. Cálculos de números de observaciones con metodología Mundel.....	55
Tabla 17. Tabla de Mundel.....	56
Tabla 18. Cálculo de número de observaciones.....	57
Tabla 19. Medición de las actividades en minutos.....	58
Tabla 20. Tiempo promedio de actividades.....	59
Tabla 21. Producción total año 2019.....	65
Tabla 22. Costo por operario.....	67
Tabla 23. Costo de materiales.....	67
Tabla 24. kWh por equipos y/o áreas.....	68
Tabla 25. Costos de suministros.....	68
Tabla 26. Costo de producción.....	69
Tabla 27. Tipo de producción y sus pérdidas económicas en el año 2019.....	72
Tabla 28. Producción rechazada en pie tabla por mes en el año 2019.....	73
Tabla 29. Valorización e impacto económico de producción rechazada en soles en el año 2019.....	74
Tabla 30. % Producción rechazada por mes en el año 2019.....	74
Tabla 31. Resumen de indicadores causa Falta de control de la calidad.....	75
Tabla 32. 5WH para la etapa de cubicado.....	76
Tabla 33. 5WH para la etapa de aserrado.....	77
Tabla 34. 5WH para la etapa de cortado.....	78
Tabla 35. 5WH para la etapa de secado.....	79
Tabla 36. 5WH para la etapa de cepillado.....	80
Tabla 37. Resumen de indicadores causa métodos empíricos de trabajo.....	81
Tabla 38. Detalle de operarios.....	81
Tabla 39. Resumen de indicadores causa personal no capacitado.....	82
Tabla 40. Tiempos de transporte y distancias.....	82
Tabla 41. Resumen de indicadores causa layout inadecuado.....	83
Tabla 42. Lista de verificación 5S.....	85
Tabla 43. Resumen de indicadores causa falta de orden, limpieza y SST.....	86
Tabla 44. Indicador de estándar de calidad en la empresa.....	86
Tabla 45. Cuadro resumen de indicadores.....	87
Tabla 46. Matriz de consistencia.....	88
Tabla 47. Matriz de enfrentamiento de causas.....	89

Tabla 48. Criterios de calificación	90
Tabla 49. Análisis de factores ponderados para propuestas de solución.....	90
Tabla 50. Diseño del puesto de trabajo de control de calidad.....	91
Tabla 51. Caracterización del proceso de control de la calidad	92
Tabla 52. Plan de control de la calidad para la madera aserrada y cepillada	93
Tabla 53. Procedimiento para la clasificación de defectos y medición de la madera aserrada.....	95
Tabla 54. Formato control calidad NTP 251. 101,1988.....	98
Tabla 55. Formato control calidad NTP 251. 102.....	99
Tabla 56. Procedimiento para la clasificación de la madera aserrada por grados de calidad NTP 251.118.....	101
Tabla 57. Formato control calidad NTP 251. 118,1988.....	103
Tabla 58. Procedimiento para la clasificación de la madera aserrada por rendimientos según NTP 251.115, 1990	104
Tabla 59. Formato control de calidad NTP 251.115, 1990	106
Tabla 60. Procedimiento para la clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural según NTP 251.103,1998	107
Tabla 61. Formato control de calidad NTP 251.103, 1990	109
Tabla 62. Procedimiento para la clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural según NTP 251.104,1988.	110
Tabla 63. Formato de control de calidad de clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural según NTP 251.104,1988.....	112
Tabla 64. Cronograma primer semestre de incorporación de actividades de control de la calidad	113
Tabla 65. Cronograma segundo semestre de incorporación de actividades de control de la calidad	114
Tabla 66. Plan de capacitaciones.....	116
Tabla 67. Cronograma de capacitación	119
Tabla 68. Relaciones de proximidad	120
Tabla 69. Tabla de relación de áreas	122
Tabla 70. Propuesta de implementación 5S	126
Tabla 71. Cronograma implementación 5S.....	129
Tabla 72. Estandarización de tiempos.....	130
Tabla 73. Tiempos estándar.....	131
Tabla 74. Niveles de eficacia alcanzado	135
Tabla 75. Costo por operario.....	137
Tabla 76. Costo por nuevo personal.....	137
Tabla 77. Costo de materiales	137
Tabla 78. kWh por equipos y/o áreas	138
Tabla 79. Costos de suministros.....	138
Tabla 80. Costo de producción.....	139
Tabla 81. Indicador de estándar de calidad alcanzado en la empresa	140
Tabla 82. Cuadro resumen de indicadores	141
Tabla 83. Pronóstico de la demanda proyectada de madera aserrada de los próximos 5 años con regresión lineal.	142
Tabla 84. Beneficios proyectados	142
Tabla 85. Costos de producción proyectados	143
Tabla 86. Costo total en infraestructura	144
Tabla 87. Costos de acondicionamiento de planta	144
Tabla 88. Herramientas y equipos.....	145
Tabla 89. Equipos de protección personal.....	146

Tabla 90. Costos de estudios e investigación	146
Tabla 91. Costos de documentación y propuestas de mejora.....	147
Tabla 92. Costo total de capacitaciones	147
Tabla 93. Cálculo de TMAR (%)	148
Tabla 94. Flujo de caja proyectado	149
Tabla 95. Cuadro de resumen de indicadores de rentabilidad.....	150
Tabla 96. Cálculo de períodos de recuperación	150
Tabla 97. Clasificación de defectos que se presentan en la madera aserrada.	155
Tabla 98. Medición de defectos por separación del leño	157
Tabla 99. Medición de defectos de anatomía de la madera.....	158
Tabla 100. Medición de defectos causados por hongos u otros agentes	159
Tabla 101. Medición de defectos causados por insectos xilófagos.....	159
Tabla 102. Medición de defectos producidos por el aserrío.....	160
Tabla 103. Medición de defectos producidos por el secado de la madera	161
Tabla 104. Requisitos y clasificación por defectos para madera aserrada.	164
Tabla 105. Clasificación por rendimientos.....	167
Tabla 106. Requisitos y clasificación por rendimiento para Madera Aserrada.....	168
Tabla 107. Espesores y anchos nominales de la madera aserrada para uso estructural	169
Tabla 108. Tolerancias para las dimensiones nominales de espesor y ancho	169
Tabla 109. Espesores y anchos finales de la madera aserrada para uso estructural.	170
Tabla 110. Tolerancias para las dimensiones finales de espesor y ancho.	170
Tabla 111. Clasificación por defectos de madera aserrada para uso estructural.....	172
Tabla 112. Matriz de elementos de protección personal	173

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación Corporación Maderera FERPESI S.A.C.	37
Figura 2. Organigrama de la empresa	38
Figura 3. Vigas	40
Figura 4. Tablas	40
Figura 5. Tablillas	40
Figura 6. Tablón	40
Figura 7. Listones	40
Figura 8. Capirona.....	42
Figura 9. Tornillo	42
Figura 10. Cedro.....	42
Figura 11. Ishpingo	42
Figura 12. Caoba	42
Figura 13. Mohena	43
Figura 14. Cumala	43
Figura 15. Congona	43
Figura 16. Estoraque	43
Figura 17. Sierra cinta estacionaria o Tableadora.....	47
Figura 18.Sierra circular.....	47
Figura 19. Recepción de Materia prima.	48
Figura 20. Cubicación de la Materia Prima.....	49
Figura 21. Aserrado de la madera.	50
Figura 22. Cortado de la madera	50
Figura 23. Secado natural de la madera	51
Figura 24. Cepillado de la madera.....	52
Figura 25. Entrega de pedido	52
Figura 26. Diagrama de bloques.....	53
Figura 27. Diagrama de flujo de proceso	54
Figura 28. DOP de madera aserrada.....	60
Figura 29. Diagrama de análisis de proceso de madera aserrada.....	61
Figura 30. Cursograma para el proceso de la madera aserrada	62
Figura 31. Plano actual de la empresa.....	63
Figura 32. Diagrama de recorrido de la empresa	64
Figura 33. Diagrama de Ishikawa.....	71
Figura 34. Producción rechazada por defectos.....	72
Figura 35. Producción rechazada por dimensionamiento inadecuado	72
Figura 36. Producción defectuosa o descartada.	72
Figura 37. Materia prima ubicada en un lugar inadecuado	83
Figura 38. Residuos colocados en cualquier parte de la planta.....	84
Figura 39. Desorden y acumulación de residuos en distintas áreas de la planta.....	84
Figura 40. Gráfica relacional de actividades	123
Figura 41. Diagrama de relación de actividades	124
Figura 42. Plano de planta mejorado.....	125
Figura 43. DOP de madera aserrada.....	132
Figura 44. Diagrama de análisis de proceso de madera aserrada.....	133
Figura 45. Cursograma para el proceso de la madera aserrada	134
Figura 46. Grieta	157
Figura 47. Acebolladura	157
Figura 48. Rajadura	157

Figura 49. Grano inclinado.....	158
Figura 50. Médula incluida	158
Figura 51. Manchas	159
Figura 52. Perforaciones grandes	159
Figura 53. Perforaciones pequeñas.....	159
Figura 54. Arista faltante.....	160
Figura 55. Abarquillado	161
Figura 56. Arqueaduras	161
Figura 57. Colapso	161
Figura 58. Torcedura	161
Figura 59. Clasificación de madera aserrada por rendimiento.....	167
Figura 60. Dimensiones y recortes de una pieza de madera aserrada que se clasifica.....	167

Resumen

El estudio se centra en la Corporación Maderera FERPESI S.A.C., empresa nacional con sede en Lambayeque dedicada a la producción y comercialización a distintos puntos del Perú de madera aserrada. Se diagnosticó que el principal problema de la empresa está en el incumplimiento de los estándares de calidad en su principal producto, la madera aserrada de tornillo, de acuerdo a los lineamientos de la N.T.P de madera aserrada. Esto se debía a diferentes causas que se detallan en el estudio y que tenían un impacto directo sobre la empresa que ascendían a un total 1 002 679 soles en el período estudiado.

Se logró dar solución al problema en estudio con propuestas que permitan alcanzar los estándares de calidad, por lo que se planteó implementar un área de control de la calidad, de la mano de un sistema de gestión de la calidad. Para ello, se diseñó el puesto de trabajo de control de la calidad y se realizó la caracterización del proceso, acompañado del diseño de procedimientos que van de acorde a la normativa peruana de madera aserrada. Asimismo, se propuso un plan de capacitación, posteriormente se procedió a plantear una distribución de planta adecuada, basada en el método SLP y por último se propuso un guía de implementación de las 5S.

Finalmente, se determinó que el proyecto es muy rentable para la empresa en estudio con un VAN de 12 149 379,11 soles a un período de 5 años, un TIR de 554%, un período de recuperación de la inversión de 2 meses y 5 días, y un indicador de costo beneficio de 1,89 soles.

Palabras clave: Proceso productivo, estándares de calidad, productividad, eficiencia, eficacia, madera aserrada, sistema de gestión de la calidad.

Abstract

The study focuses on the Corporación Maderera FERPESI S.A.C., a national company based in Lambayeque dedicated to the production and marketing of sawn wood to different parts of Peru. It was diagnosed that the main problem of the company is the non-compliance with the quality standards in its main product, screw sawn wood, according to the guidelines of the N.T.P of sawn wood. This was due to different causes that are detailed in the study and that had a direct impact on the company, amounting to a total of 1 002 679 soles in the period studied.

It was possible to solve the problem under study with proposals that will reach quality standards, so it was proposed to implement a quality control area, hand in hand with a quality management system. For this, the quality control workstation was designed and the characterization of the process was carried out, accompanied by the design of procedures that are in accordance with the Peruvian regulations for sawn wood. Likewise, a training plan was proposed, subsequently, an adequate plant distribution was proposed, based on the SLP method, and finally, a 5S implementation guide was proposed.

Finally, it was determined that the project is very profitable for the company under study with a VAN of 12 149 379,11 soles over a period of 5 years, an TIR of 554%, a payback period of 2 months and 5 days, and a cost benefit indicator of 1.89 soles.

Keywords: Production process, quality standards, productivity, efficiency, efficiency, sawn timber, quality management system.

I. Introducción

M. Arévalo *et al.* (2020) [1] , comentan sobre la calidad, que no solo es un requisito de las grandes empresas sino más bien es un requisito primordial en todas ellas, puesto que el cliente es cada vez más riguroso y por ende requiere de un servicio o productos de alta calidad. Con miras a este crecimiento, las organizaciones deben ofrecer productos o servicios que satisfagan completamente las exigencias de los clientes, para de este modo ser reconocidas y rentables en el tiempo.

A. Pulido *et al.* (2020) [2] , señalan por otro lado que la importancia de la mejora continua en los procesos y productos se establece como una pieza clave. Como parte de esta mejora, la calidad es sin duda necesaria para satisfacer las expectativas de los clientes, es por ello que a través del tiempo las compañías se encuentran en búsqueda de mecanismos para garantizarla y evitar elaborar productos defectuosos que generen cuantiosas pérdidas, no solo a nivel financiero sino también como imagen frente a los clientes.

El Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera [3] , detalla que, en la industria maderera, a nivel de productores, se tiene irregularidades técnicas y de comercialización relacionadas a la estandarización de la madera en cuanto a dimensiones, calidades y condición de humedad; en comparación a la madera importada con la que se compite en el mercado nacional.

Corporación Maderera FERPESI S.A.C., es una aserradora que está en búsqueda de una mayor competitividad y liderazgo tanto a nivel regional como nacional, pero lamentablemente, cada vez más se aleja de esta meta debido a que presenta como principal problema el no cumplir con los estándares de calidad según la norma técnica peruana para madera aserrada. Este problema se debe a diferentes causas como falta de control de calidad, método empírico de trabajo, personal no capacitado, layout con tiempos de transportes elevados, por último falta de orden y limpieza. Lo anteriormente comentado le genera una pérdida económica a la empresa de 1 002 679 soles en el período estudiado.

Frente a lo descrito surge la pregunta: ¿De qué manera se podrá mejorar el proceso productivo de madera aserrada en la empresa Corporación Maderera FERPESI S.A.C. para alcanzar estándares de calidad?

La investigación tiene como objetivo principal proponer una mejora del proceso productivo para alcanzar estándares de calidad en la madera aserrada. Como objetivos específicos se tiene diagnosticar la situación actual del proceso productivo; a continuación elaborar el plan de mejora para alcanzar estándares de calidad y finalmente realizar el análisis costo- beneficio de la propuesta realizada.

El presente trabajo de investigación será importante para la Corporación Maderera FERPESI S.A.C., ya que permitirá organizar y planificar el proceso de producción en base a estándares de calidad, garantizando que la empresa obtenga una ventaja competitiva en el segmento del mercado al cual pertenece. Académicamente, este trabajo servirá como antecedente para futuros investigadores que quieran realizar estudios en empresas madereras y en temas de calidad.

II. Marco Teórico

2.1 Antecedentes

A. Cisneros. *et al.* (2019) [4], en su investigación “**Colorimetría en la madera de Prosopis alba**” tuvo como objetivo evaluar la variación colorimétrica de la madera entre sitios, sección y región de la madera y correlacionar parámetros colorimétricos con rasgos morfométricos del árbol. En el estudio se diagnosticó que las muestras se extrajeron de tres rodales naturales (Los Arias, Santiago del Estero; Isla Cuba, Formosa y Villa Ángela, Chaco) y una plantación (San Isidro, Santiago del Estero), de la Región Chaqueña Argentina. Los parámetros colorimétricos (L^* , a^* , b^*) se obtuvieron con un espectrofotómetro Konica Minolta CM-5 con iluminante D65. El análisis confirmó que existen diferencias significativas en parámetros colorimétricos entre sitios, secciones y regiones de las muestras de madera analizadas. El tamaño de los árboles se encuentra directamente relacionado con los parámetros colorimétricos.

A. Guillaumet *et al.* (2016) [5], en su investigación “**Influencia de las dimensiones de la sección transversal sobre la resistencia a flexión en madera aserrada de Populus deltoides cultivado en Argentina**”, tuvo como objetivo realizar un análisis en el efecto de las dimensiones de la sección transversal sobre la resistencia a flexión en piezas de madera aserrada de Populus deltoides ‘Australiano 129/60’ y ‘Stoneville 67’, cultivados en el delta del río Paraná, Argentina. El programa experimental se llevó a cabo según las normas europeas sobre un total de 820 cuerpos de prueba separados en 5 muestras exhibiendo las dimensiones estructurales usuales. Luego del análisis, los resultados mostraron que el aumento de la altura de la sección fue acompañado de una tendencia decreciente de la tensión de rotura en flexión, pero no permiten afirmar que esa relación está vinculada a la calidad de la madera, así mismo confirmó que puede despreciarse una correlación entre la resistencia y el ancho de la sección. El análisis puso en evidencia que la relación entre la altura de la sección y la resistencia del material investigado está adecuadamente expresada por el criterio europeo, el cual fue adoptado por la normativa de Argentina.

W. Esteves *et al.* (2010) [6], en su investigación “**Estudio de la productividad de corte en madera Pinus elliottii utilizando un prototipo de aserradero portátil**” tuvo como objetivo evaluar la calidad del aserrío de trozas de Pinuselliottii en un prototipo de aserradero portátil construido en cooperación entre una institución de investigación y una empresa privada. Para

el estudio se tuvo el prototipo que trabaja con un motor a diésel de tipo estacionario de fabricación brasileña de marca Branco con 10 HP de potencia nominal. Durante el aserrío la cinta fue enfriada y/o lubricada con agua con detergente doméstico. La lámina de la sierra cinta era nueva y tenía las siguientes características: espesor 1,1 mm, ancho 32 mm, largo de cuatro metros, ángulo libre de 10°, paso de los dientes 7/8", trabado de 0,3 mm y fue usada con el trabado y afilado que llegó del fabricante Woodmizer. En base a los resultados obtenidos aún deberán realizarse algunos ajustes mecánicos en el prototipo, sin embargo, el rendimiento encontrado fue superior al 71%, la velocidad de alimentación estuvo entre 0,94 y 1,82 m/s, y la productividad máxima en madera aserrada fue de 2,17m³/h, que son valores compatibles o mejores que los modelos similares importados. La variación de espesor máximo quedó por debajo del límite máximo permitido por la norma brasileña.

A. Ramos *et al.* (2012) [7], en su investigación "**Productividad del aserrado de Machiche (Lonchocarpus castilloi Standl), en Tres Garantías, Quintana roo, México**", busca determinar rendimientos y tiempos de aserrado, con el propósito de conocer la productividad del aserrío de Lonchocarpus castilloi Standl. El rendimiento se determinó al relacionar el volumen de madera en rollo y el volumen de madera aserrada de 815 trozas. Se determinaron tiempos de asierre, empleando el método del tiempo total en la sierra principal. En 80% de las trozas se registraron diámetros de 30 cm a 40 cm y en 94%, longitudes de 2 m a 3 m. El volumen total fue de 194,6 m³ rollo fuste sin corteza (rfsc), que al procesarse generaron un volumen de 80,8 m³ aserrados. Esto indica que para producir un metro cúbico de madera aserrada se requieren 2,45 m³ rfsc de Machiche. El coeficiente de aserrío real global fue 41,3%; el coeficiente por clases de tablas fue 43,1% en tablas de albura, 34,1% en tablas de duramen y 22,8 % en tablas de rechazo. El tiempo trabajado productivo fue de 68%, el tiempo trabajado no productivo fue de 19% y el tiempo no trabajado justificado fue de 13%. La productividad se ubicó en 0,57 m³/hora. Los indicadores de productividad determinados proveyeron información útil para la administración eficiente del aserradero ejidal.

M. Coronel de Renolfi *et al.* (2012) [8], en su investigación "**Tiempos, rendimientos y costos del aserrado de Algarrobo blanco (Prosopis alba) en Santiago del Estero, Argentina**", tuvo como objetivo estudiar la madera de algarrobo blanco (Prosopis alba), una de las más codiciadas por los fabricantes de muebles y aberturas, debido, entre otras cualidades, a su excelente veteado y su nobleza que permite el procesamiento sin necesidad de secado. Anteriormente no había estudios sobre rendimientos, productividad y costos del aserrado de

maderas en general ni del algarrobo en particular. Por esta razón y en virtud de la importancia que reviste el tema, el objetivo del trabajo fue evaluar los tiempos de trabajo, rendimiento y productividad del aserrado en diez aserraderos de pequeña escala en la provincia de Santiago del Estero, para estimar los costos del aserrado. Para tal efecto se midieron 40 trozas de algarrobo blanco con un volumen de 9,47 m³ con corteza, los cuales generaron 260 tablas de diferentes dimensiones con un volumen aserrado de 5,59 m³, lo que indica un rendimiento en madera aserrada del 58 % con corteza. El tiempo promedio total del proceso es de 920 segundos. La productividad se estableció en 232 pie²/h. El costo directo del aserrado asciende a 2,33 \$/pie².

J. Nájera, *et al.* (2011) [9] en su investigación: **“Rendimiento volumétrico y calidad dimensional de la madera aserrada en aserraderos de El Salto, Durango”**, tuvo como objetivo evaluar el rendimiento volumétrico y la calidad dimensional de la madera en cinco aserraderos de El Salto, Durango, México. Para tal efecto, se dio seguimiento a los productos generados a partir de 412 trozas de pino con un volumen de 293.73 m³ rollo sin corteza; de ellas se obtuvieron 7,085 tablas de diferentes dimensiones y clases equivalentes a 169.01 m³, con un rendimiento en madera aserrada de 57.5%, correspondientes a 244 pies tablares (pt) por metro cúbico de madera en rollo aserrada. El rendimiento volumétrico más alto por calidad se observó en tablas de la clase número 5 con 86.49 pt, mientras que por grueso nominal fue para las tablas de (7/8”) con 95 pt. Respecto a la calidad dimensional, el espesor promedio al que se asierra la madera no fue suficiente para obtener madera seca y cepillada con dimensión final de 22.23 mm (7/8”), en tanto que para el grueso de 31.75 mm (5/4”), las tablas aserradas en el ejido El Brillante resultaron sobredimensionadas y las tablas de 34.10 mm (6/4”) del tejido. La Victoria tuvo espesores compatibles con la dimensión óptima de corte estimada. Con base en los resultados de este estudio, se sugiere establecer un sistema de control que asegure una buena calidad dimensional en los productos aserrados.

2.2 Bases teóricas científicas

Industria maderera

La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [10] indica que la industria maderera, es el conjunto de actividades de plantación, extracción, transformación, distribución, comercialización, y venta de madera de diversas especies provenientes de los árboles (coníferas, frondosas duras, frondosas blandas y tropicales).

La industria maderera puede agruparse por segmentos de productos tales como madera aserrada, maderas artificiales (madera contrachapada, tableros listonados, aglomerados, etc.), además de otros productos tales como el papel, el corcho y el caucho. Todos estos productos a su vez servirán de materia prima o insumo para otras industrias, entre ellas tenemos: industria de muebles, industria de construcción, entre otros.

Proceso productivo de madera aserrada

S. Puertas et. Al [11], definen al proceso productivo de madera aserrada como el proceso mecanizado para obtener piezas de madera labradas a escuadra con medidas terminadas de espesor (canto), ancho (cara) y largo, según el plano o el diseño del producto. A este tipo de proceso también se le conoce como proceso de transformación secundaria.

La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [10] afirma que el proceso de transformación secundaria de la madera aserrada, se ubica en el tipo de proceso de producción intermitente o por lotes que se caracterizan por fabricar un volumen pequeño de una gran variedad de productos. Este tipo de proceso tiene como características principales:

- Cantidades regulares de producto manufacturado.
- Compleja distribución de la maquinaria.
- Poca automatización.
- Requiere de trabajadores calificados.

Madera aserrada

L. Trinidad et.al [12], afirman que la madera aserrada es considerada un material versátil y valioso, por el hecho de que se utiliza como fuente de energía o como material estructural, no solo por sus propiedades mecánicas y su aspecto visual, sino también para la elaboración de productos de consumo no alimenticios, tales como productos farmacéuticos, pinturas, adhesivos, productos textiles, compuestos poliméricos, cosméticos, papeles y diversos productos básicos.

Estándar de Calidad de Madera Aserrada

La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [10], afirman que los estándares de calidad son los niveles mínimo y máximo deseados, o aceptables de calidad que debe tener el resultado de una acción, una actividad, un programa, o un servicio. En otras palabras, el estándar de calidad en la industria maderera es la norma técnica que se utilizará como parámetro de evaluación de la calidad de la madera aserrada.

La Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía [13] afirma que lo que se considera que la norma técnica (NT), es un documento que contiene definiciones, requisitos, especificaciones de calidad, terminología, métodos de ensayo o información de rotulado. La realización de una norma técnica (NT) está basada en resultados de la experiencia, la ciencia y del desarrollo tecnológico, de tal manera que se pueda estandarizar procesos, servicios y productos. La norma es de carácter totalmente voluntario.

La Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía [13], afirman que la elaboración de la Norma Técnica (NT) es exclusivamente bajo el consenso de las partes interesadas (productores, consumidores y técnicos), donde destacan:

- Los fabricantes, a través de sus organizaciones sectoriales y en su condición de empresa.
- Los usuarios y consumidores, a través de sus organizaciones y a título personal.
- La administración pública, velando el bien público y los intereses de los ciudadanos.
- Los centros de investigación y laboratorios, aportando su experiencia y dictamen técnico.
- Los profesionales, a través de asociaciones y colegios profesionales o empresas.

- Expertos en el tema que se normalice, nombrados a título personal.

En el Perú los estándares de calidad de madera aserrada son establecidos por las siguientes Normas Técnicas Peruanas que vemos a continuación en la tabla N°1:

Tabla 1. Normas Técnicas Peruanas para madera aserrada

NTP	Descripción
NTP 251.101:1988.(revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Definiciones, defectos y clasificación.
NTP 251.102:1988. (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Defectos. Métodos de medición.
NTP 251.103:1988. (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada y cepillada para uso estructural. Dimensiones.
NTP 251.104.1988. (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Clasificación visual y requisitos.
NTP 251.114: 1990. (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos. Procedimiento.
NTP 251.115:1990 (revisada el 2011).	MADERA ASERRADA. Clasificación por rendimientos. Procedimiento.
NTP 251.118:1991 (revisada el 2011).	MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos, por rendimiento y requisitos.

Fuente: INDECOPI

Estas normas técnicas peruanas son el resultado de un largo y cuidadoso estudio realizado por madereros en colaboración con el usuario; con el objetivo de proporcionar los mejores productos disponibles, la conservación de la madera de la cual se corta y mantener un lenguaje de términos y especificaciones de la madera que permita un entendimiento entre los compradores y los vendedores para cualquiera que sea el uso y en el momento que se requieran.

Proceso Productivo

Pérez [14], afirma que se le conoce a un proceso productivo como un conjunto ordenando de actividades repetitivas, las cuales poseen una secuencia específica e interactúan entre sí, transformando elementos de entrada en resultados. Los resultados obtenidos poseen un valor intrínseco para el usuario o cliente.

O. Vásquez [15], afirma que la producción consiste en la creación de un producto, combinado el empleo del hombre, la máquina y materiales. Incluye generalmente los aspectos tales como el análisis, planeación y control de la producción, control de la calidad, diseño de recursos, y otros aspectos de la manufactura de clase mundial.

Se tiene que la producción es la cantidad de artículos fabricados en un periodo de tiempo, como se ve a continuación:

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}}$$

Donde:

Tiempo base (tb): minutos; horas, días, semana, años, etc.

Ciclo (c): se le llama también velocidad de producción, conocida como la estación de trabajo que más tiempo demora (cuello de botella).

Por lo tanto, el proceso de producción es el procedimiento seguido en una planta para convertir la materia prima o los productos semielaborados en productos acabados.

Mejora de proceso productivo

Ritzman et.al [16], afirman que la mejora de los procesos es el estudio de todos los elementos del mismo; es decir, la secuencia de actividades, sus entradas y salidas, con el fin de entender el proceso y sus detalles, de esta manera, lograr optimizarlo en función a la reducción de costos y el incremento de la calidad del producto y de la satisfacción del cliente.

Esto quiere decir que el mundo está expuesto a constantes cambios y esto afecta a las empresas manufactureras. Si uno no mejora continuamente, entonces llegará el día en que las oportunidades se habrán reducido y ya no se seguirá al mismo ritmo que el resto de los competidores.

H. Gutiérrez [17], afirma que la mejora de procesos y los sistemas de calidad requieren que las tomas de decisiones se apoyen en un correcto análisis de los datos y la información. De aquí que es necesario contar con información de calidad. Sin embargo, en las organizaciones

hay deficiencias en la obtención de ésta. Por ello la mejora de procesos consiste en optimizar la efectividad y la eficiencia del proceso, también del control y la planificación, así como poder abarcar las nuevas exigencias de los nuevos y futuros clientes.

Estudio de tiempos y movimientos

García [18], la define como una técnica importante para determinar con la mayor exactitud posible, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido, partiendo de un número de observaciones, Cabe mencionar que, para determinar el número de ciclos, resulta difícil aplicar el método estadístico ya que un ciclo de trabajo se compone de varios elementos, por lo que es recomendable a partir de 5 ciclos. Los pasos para realizar un estudio de tiempos son:

- **Estudio preliminar:** se realiza el análisis de las actividades, se selecciona al operario y se divide la actividad en elementos.
- **Determinación del tiempo promedio:** se toman y registran las mediciones, para posteriormente calcular el tiempo promedio. [19] El procedimiento para determinar el número de ciclos que se debe cronometrar es realizar un estudio de tiempos de 10 ciclos para trabajos que tengan menos de 2 min de duración, y cinco ciclos para trabajos que duren más de 2 min. (Meyers 2000)

$$\text{Tiempos del ciclo observado promedio} = \frac{\text{Suma de tiempos observados}}{\text{Número de ciclo observados}}$$

- **Determinación del tiempo normal:** se realiza la calificación del operario (valoración), se obtiene el factor de calificación (FC) y se calcula el tiempo normal.

Tiempo normal = tiempos del ciclo observado promedio x Factor de calificación.

- **Determinación del tiempo estándar:** se determina la tolerancia (% Tol) y se calcula el tiempo estándar.

$$\text{Tiempos estándar} = \frac{\text{tiempo normal total}}{1 - \text{Factor de suplemento}}$$

Meyers [19], indica que es el tiempo requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres condiciones siguientes: un operador calificado y bien capacitado, que trabaja a una velocidad o ritmo normal y hace una tarea específica.

El estándar de tiempo es uno de los elementos de información de mayor importancia, con él se dan repuestas a los problemas siguientes:

- Programar máquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo, usando menos inventario.
- Determinar el balanceo de las líneas de ensamble.
- Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas para ser corregidas.

Niebel [20], afirma que los estándares son el resultado final del estudio de tiempos o de la medición del trabajo. Esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en las mediciones del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y retardos inevitables del personal.

• **Tabla de Mundel**

Meyers [19] indica que Mundel desarrolló un método estadístico para el cálculo del número de observaciones, para el caso de $\pm 5\%$ - 95%. El proceso es el siguiente:

Se mide una primera serie de 5 o 10 operaciones.

Se determina el valor más alto (A) y el valor más bajo (B)

Se calculan los valores $A-B$, $A+B$ y $(A-B)/(A+B)$

Se entra con este último valor en la tabla N°2 y en la columna 5 ó 10 según el número de la serie inicial de observaciones y se lee el número de observaciones.

Tabla 2. Tabla de Mundel

(A- B)/(A+B)	Serie inicial de	(A- B)/(A+B)	Serie inicial de
	5	10	5
0,05	3	1	0,28
0,06	4	2	0,29
0,07	6	3	0,3
0,08	8	4	0,31
0,09	10	5	0,32
0,1	12	7	0,33
0,11	14	8	0,34
0,12	17	10	0,35
0,13	20	11	0,36
0,14	23	13	0,37
0,15	27	15	0,38
0,16	30	17	0,39
0,17	34	20	0,40
0,18	38	22	0,41
0,19	43	24	0,42
0,20	47	27	0,43

Fuente: Mundel.

• Sistema Westinghouse

Es la valoración de cuatro factores de forma cuantitativa y cualitativa de modo tal que se pueda obtener su clase, su distinción y el porcentaje que corresponda para de esta manera realizar una suma algebraica que permita adquirir en números o porcentaje la evaluación del operario.

La evaluación se realiza de la siguiente manera:

- Habilidad: facilidad en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación naturaleza y ritmo de trabajo, aumenta con el tiempo.
- Esfuerzo: Manifestación de la voluntad para laborar con eficiencia, rapidez con que se aplica la destreza, está bajo el control del operario.
- Condiciones: Aquellas que afectan al operario y no a la operación, los elementos que incluyen son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.
- Consistencia: Se evalúa mientras se realiza el estudio, al final, los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

Por último el factor de actuación se aplica solo a elementos de esfuerzos que se ejecutan manualmente, los elementos controlados por las maquinas se califican con 1.

A continuación en la tabla N°3 se muestra el sistema de Westinghouse:

Tabla 3. Sistema Westinghouse Suplementos

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0,15	A1	Extrema	+0,13	A1	Excesivo
+0,13	A2	Extrema	+0,12	A2	Excesivo
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente	+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena	+0,05	C1	Buena
+0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Regular	0,00	D	Regular
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Deficiente	-0,12	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0,06	A	Ideales	+0,04	A	Perfecta
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Buenas	+0,01	C	Buena
0,00	D	Regulares	0,00	D	Regular
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Deficientes	0,04	F	Deficiente

Fuente: Westinghouse Electric Corporation.

- **Suplementos por descanso**

Suplemento por descanso es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo.

A continuación se presenta en la Tabla N°4 los suplementos por descanso de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Tabla 4. Suplementos por descanso de la Organización Internacional del Trabajo

Suplementos Constantes	Hombre	Mujer	Suplementos Variables	Hombre	Mujer
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento termómetro de KATA (milicalorías/cm ² /segundo)		
Suplementos variables	Hombre	Mujer			
	16			0	
a) Trabajo de pie				14	0
Trabajo se realiza sentado (a)	0	0		12	0
Trabajo se realiza de pie	2	4		10	3
b) Postura normal				8	10
Ligeramente incómoda	0	0		6	21
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3		5	3
Muy incómoda (cuerpo estirado)				4	45
c) Uso de la fuerza o energía muscular, levantar, tirar o empujar)				3	64
Peso levantado por kilogramo				2	100
2,5	0	1	f) Tensión visual		
5	1	2	Trabajos de cierta precisión	0	0
7,5	2	3	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
10	3	4	Trabajos de gran precisión	5	5
12,5	4	6	g) Ruido		
15	5	8	Sonido continuo	0	0
17,5	7	10	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
20	9	13	Sonidos estridentes	5	5
22,5	11	16	h) Tensión mental	7	7
25	13	20(máx)	Proceso algo complejo	1	1
30	17		Proceso complejo o de atención dividida	4	4
33,5	22		Proceso muy complejo	8	8
d) Iluminación			i) Monotonía mental		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			j) Monotonía física		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5




Fuente: Organización Internacional del Trabajo.

Diagrama de operaciones de proceso

García [18], afirma que es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

Según (OIT 1996), es un diagrama global que permite ver el proceso completo, desde el inicio de que ingresa la materia prima hasta que sale el producto terminado. En este diagrama se incluye la materia prima, insumos, operaciones, inspecciones, tiempos, puntos de ensamble, entre otros. En la Tabla N° 5, se muestra la simbología para hacer un diagrama de operaciones del proceso:

Tabla 5. Simbología de diagrama de operaciones

Simbología	Descripción
	Operación es cuando se cambia una característica de un objeto. Son las que agregan valor.
	Inspección es cuando se va a examinar el objeto luego de un proceso, para ver si la calidad o cantidad está conforme.
	Cuando se combinan, significa que se van a hacer ambas actividades ya mencionadas anteriormente.







Fuente: OIT (1996).

Diagrama de Análisis del Proceso

García [18], afirma que es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida.

Su uso es para documentar las actividades realizadas por una persona o máquina y para encontrar y eliminar ineficiencias (costos escondidos, distancias largas, retrasos innecesarios y almacén). Es un gráfico que detalla el proceso u operaciones, inspecciones, transportes, tiempos, almacenamientos, entre otros. Permite el análisis más a fondo del proceso. En la siguiente tabla N°6 se muestra la simbología del diagrama de actividades del proceso:

Tabla 6. Simbología para diagrama de actividades

Simbología	Descripción
	Operación es cuando se cambia una característica de un objeto. Son las que agregan valor.
	Inspección es cuando se va a examinar el objeto luego de un proceso, para ver si la calidad o cantidad está conforme.
	Cuando se combinan, significa que se van a hacer ambas actividades ya mencionadas anteriormente.
	Transporte cuando se mueve el objetivo de un lugar a otro.
	Demora cuando las condiciones no permiten que se realice la operación.
	Almacenaje del producto en proceso o final.

Fuente: OIT (1996).

Diagrama de Circulación o Recorrido

García [18], afirma que es un esquema de distribución de planta que se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se elabora con base en un plano bidimensional o tridimensional a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se plasma la ruta de movimientos por medio de líneas, cada actividad es identificada por los mismos símbolos empleados en el Diagrama de Análisis del Proceso.

Estandarización de procesos

J. Hernández [21], define a la estandarización de procesos, se ha convertido en el punto de partida y la culminación de la mejora continua y, probablemente, en la principal herramienta del éxito de su sistema. Partiendo de las condiciones corrientes, primero se

define un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación, se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia.

J. Hernández [21], afirma que los estándares afectan a todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de personas, materiales, máquinas, métodos, mediciones e información debe existir un estándar. Las características que debe tener una correcta estandarización se pueden resumir en los cuatro principios siguientes:

- Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas.
- Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles
- en cada caso.
- Garantizar su cumplimiento.
- Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores.

Productividad

H. Gutiérrez [17], afirma que la productividad está relacionada con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

Por otro lado Heizer [22], indica que la productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. Si se parte de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

Según O.Vásquez, la productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos pre determinados. Aumentar la productividad significa aumentar su rentabilidad. Puede ser medida por:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{cantidad de recursos empleados}}$$

Entre ellas tenemos a las productividades de mano de obra, materiales y económicas.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Producción}}{\text{cantidad de operarios}}$$

$$\text{Productividad de materiales} = \frac{\text{Producción}}{\text{Materiales}}$$

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Producción}}{\text{Costos}}$$

El incremento de la productividad se determina:

$$\Delta p = \frac{\text{Productividad propuesta-productividad actual}}{\text{productividad actual}} \times 100$$

Eficacia

H. Gutiérrez [17], define eficacia al grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados, esto implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados.

García [18], afirma que es el grado de cumplimiento de los objetivos, metas, estándares, etcétera. Se determina de la siguiente manera:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción útil}}{\text{Objetivo de la empresa}}$$

Eficiencia

H. Gutiérrez [17], afirma que es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, es decir busca tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio

de recursos. García [18], la define como la forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnológicos, etcétera.

▪ **Eficiencia física (Ef)**

O. Vásquez [15], afirma que es la materia prima de salida empleada (producto terminado) entre la materia prima de entrada. Por lo tanto, la eficiencia física es menor o igual que uno. (Vásquez 2012)

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Salida útil de PT}}{\text{Entrada de MP}}$$

$$\text{Ef} \leq 1$$

▪ **Eficiencia económica (Ee)**

O. Vásquez [15], lo define como la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta. La eficiencia económica debe ser mayor o igual que la unidad para que se pueda obtener beneficios.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{Ventas (Ingresos)}}{\text{Costos (Inversiones)}}$$

$$\text{Ee} \geq 1$$

Distribución de planta

Ritzman et. Al [16], definen a la distribución de planta es la ubicación de las distintas máquinas, puestos de trabajo, flujo de materiales y personas, etc. dentro de las instalaciones de la empresa, de forma que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones y se logren alcanzar los objetivos establecidos por la organización.

Pérez [14], comenta que los principales tipos de distribución de planta son: distribución por procesos, distribución por productos, distribución celular y distribución de punto fijo. La distribución por procesos o también conocida como funcional o tipo Job-Shop se emplea cuando se trata de fabricar pequeños lotes de productos, escasamente estandarizados.

El personal y la maquinaria se agrupan según el tipo de función que realizan. La maquinaria se caracteriza por ser genérica y es bastante flexible para adaptarse a la fabricación de distintos productos.

Metodología SLP (Systematic Layout Planning)

P. Ortega y A. Gamez [23], indican que el método SLP, permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. Consta de un análisis del recorrido del producto para tener un conocimiento claro de las dinámicas de trabajo en las diversas áreas desde el inicio hasta finalizar el proceso, luego tenemos la relación entre actividades que permite convertir la codificación del paso anterior en un resultado más visual y por último se tiene un diagrama de relación espacial, que se realiza mediante el uso de toda la información recolectada en las etapas anteriores, sumado el análisis del sitio para diseñar el bosquejo de distribución.

Calidad

H. Gutiérrez [17], afirma que en términos menos formales, la calidad la define el cliente, ya que es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo. Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Así, la calidad es ante todo la satisfacción del cliente, la cual está ligada a las expectativas que éste tiene sobre el producto o servicio. Tales expectativas son generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la publicidad, la tecnología, la imagen de la empresa, etc. Se dice que hay satisfacción si el cliente percibió en el producto o servicio al menos lo que esperaba.

Control de calidad

H. Gutiérrez [17], afirma que el control de calidad es un conjunto de técnicas utilizadas con la finalidad de recolectar y analizar datos que pueden usarse para iniciar una acción correctiva.

H. Gutiérrez [17], afirma que la calidad es conformidad con los requerimientos. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos para que no haya malentendidos; las mediciones deben ser tomadas continuamente para determinar conformidad con esos requerimientos; la no conformidad detectada es una ausencia de calidad.

Calidad del producto

M. García [24], afirma que la calidad de un producto siempre es compleja de evaluar. La razón es simple, la medida de la calidad puede abordarse desde diferentes perspectivas y tiene multitud de posibles soluciones. Por esta razón, para hablar de calidad de la forma más objetiva posible, se debe primero definir qué se puede entender por esa calidad, segundo especificar cómo se evaluará esa calidad y tercero dejar claro qué nivel de calidad se desea y, si se puede alcanzar”

M. García [24], afirma que la manera más sencilla de enfocar estos pasos es identificar los objetivos que se persiguen en materia de calidad (criterios de calidad), establecer una forma para conocer si alcanzamos dichos objetivos (índice numérico que informa por dónde se va y al que se llama indicador) y, por último, estableciendo un rango dentro del cual el nivel de calidad es el aceptable y en el que se debe mover (estándar de calidad).

Criterio de Calidad

M. García [24], comenta que los criterios se definen como aquella condición que debe cumplir una determinada actividad, actuación o proceso para ser considerada de calidad. Es decir, qué se persigue, cuál es el objetivo, qué se pretende teniendo en cuenta aquellas características que mejor representan (siempre que pueden medirse) lo que se desea lograr.

Por lo general, los criterios de calidad parten de la combinación de las necesidades reales y de las demandas de la clientela, con el conocimiento de las ofertas y productos de organizaciones de la competencia y las posibilidades que nuestra organización posee para satisfacer esas necesidades y expectativas o para procurar en la medida de lo posible y/o aconsejable.

Indicadores de Calidad

García et.al, [24], los indicadores de calidad se construyen a partir de la experiencia, del conocimiento sobre el área en el que se trabaja y, como es natural, respetando ciertas recomendaciones:

- Deben ser siempre fáciles de capturar.
- Deben enunciarse con objetividad y de la forma más sencilla posible.
- Deben resultar relevantes para la toma de decisiones.
- No deben implicar un elevado grado de dificultad en su interpretación.
- Deben abarcar un amplio número de posibilidades.
- Debe construirse un "cuadro de mando" que permita monitorear el indicador de forma sencilla.

Estándar de Calidad

J. Mira et.al, [25]Un estándar se define como el grado de cumplimiento exigible a un criterio de calidad. Dicho, en otros términos, define el rango en el que resulta aceptable el nivel de calidad que se alcanza en un determinado proceso.

P. Villegas [26], nos menciona que los estándares de calidad permitirán que el empresario sepa que tan bueno es el producto o servicio que está brindando. Por otro lado, fabricar productos de calidad también resulta beneficioso para la empresa, ya que esta mejora su productividad y utilidades, evitando quedarse con productos que no pueden ser vendidos o tener que rehacerlos.

Entonces podemos decir que los estándares de calidad son puntos de referencia que sirven para fijar un mínimo de condiciones, a fin que las características de un producto o servicio sean capaces de satisfacer eficientemente las necesidades de los consumidores.

Diagrama de Ishikawa

H. Gutiérrez [17], afirma que es una herramienta de especial utilidad para esta búsqueda es el diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa, un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas.

H. Gutiérrez [17], indica que este diagrama sirve para eliminar las causas de los problemas. Además, cuenta con un conjunto de ramas en donde se desarrolla el tipo de máquina y equipos empleados, materia prima, mano de obra y los métodos empleados. En el diagrama se muestra las relaciones entre el efecto y sus posibles causas de una forma clara y precisa. Está compuesto por la cabeza que simboliza el problema a estudiar, seguido por una línea principal llamada columna vertebral, y 4 o más líneas que se desprenden de la

principal llamadas espinas principales que son las causas principales del problema analizado, estas a su vez contienen 2 o más líneas inclinadas llamadas espinas que son las causas más profundizadas.

Matriz de Priorización de factores

J. Vilar, et.al, [27] en su libro nos dicen que esta herramienta se utiliza para establecer prioridades en tareas, actividades o temas en base a criterios de ponderación conocidos. Utiliza una combinación de dos técnicas (diagrama árbol y matricial) reduciendo las opciones posibles a aquellas más eficaces y deseables.

Metodología 5S

M. Ramírez y V. Gisbert [28], en su artículo nos comentan que las operaciones de organización, orden y limpieza fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5S. Se han aplicado en diversos países con notable éxito. Las 5S son las iniciales de las cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

- **SEIRI: Clasificación.** Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.
- **SEITON: Orden.** Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que se fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
- **SEISO: Limpieza.** Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.
- **SEIKETSU: Control visual.** Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.
- **SHITSUKE: Disciplina y hábito.** Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

5WH

PROGRESSA LEAN [29], menciona que la herramienta 5WH permite definir cuál es el problema y no la solución, con lo que se facilita la focalización sobre las causas de un problema. La metodología 5W+1H, proviene de las siete palabras en inglés que se describen a continuación:

- What / ¿Qué? Se trata de dar una descripción del problema que se está presentando.
- When / ¿Cuándo? ¿Cuándo estamos viendo el problema? ¿En qué momento del día y/o del proceso en cuestión?
- Where / ¿Dónde? ¿Dónde estamos viendo los problemas? (Línea / Máquina /Lugar); ¿En qué parte/lugar del producto/proceso estamos viendo el problema?
- Who / ¿Quién? ¿A quién le sucede? ¿El problema está relacionado con las habilidades de las personas?
- Why / ¿Por qué? ¿Por qué sucede el problema?
- How / ¿Cómo? ¿Cómo se diferencia el problema del estado normal (óptimo)? ¿La tendencia en la que aparece el problema es aleatoria o sigue un patrón?

Procedimientos operativos estandarizados

Según Eugenia Vivanco [30], nos menciona que un procedimiento operativo es una herramienta o documento que facilita el control de los procesos, este documento señala las instrucciones a realizar en un determinado proceso de trabajo. Estos documentos ayudaran a la formación del personal nuevo y además facilitará la estandarización de las actividades.

Plan de capacitación

La escuela de organización industrial [31] menciona que la capacitación, adquiere un carácter estratégico, en el cual el empleado desarrolla habilidades, conocimientos y tiene mayor perspectiva frente a la organización o empresa dónde labora. La capacitación promueve la integración del trabajador en su puesto en la organización, así mismo incrementa su eficiencia y su progreso personal.

III. Resultados

3.1 Objetivo 1: Diagnosticar la situación actual de la empresa FERPESI S.A.C.

3.1.1 La empresa

La Corporación Maderera FERPESI S.A.C, es un grupo con 35 años de experiencia empresarial dedicado a la producción y comercialización de madera aserrada, al mayor y menor a nivel nacional; también ofrece servicio de transporte, venta de aserrín y viruta.

Este negocio es de tipo familiar, está basado en la experiencia personal del gerente general, quien desde muy joven conocía la comercialización de la madera y el entorno natural de la misma. Desde su inicio contó con el apoyo de su familia, y en 1990 constituyó una empresa como persona natural denominada “Aserradero Luís Fernando”, después de ocho años formó una segunda empresa denominada “Aserradero Luís Fernando E.I.R.L”, la misma que en el año 2005 fue transformada en una Sociedad Anónima Cerrada, y finalmente en ese mismo año se formó la Corporación Maderera FERPESI S.A.C.

En la siguiente figura N°1 se muestra el logo de la empresa, su ubicación y a continuación detalles de la misma. La empresa tiene una sede de apoyo en Piura.

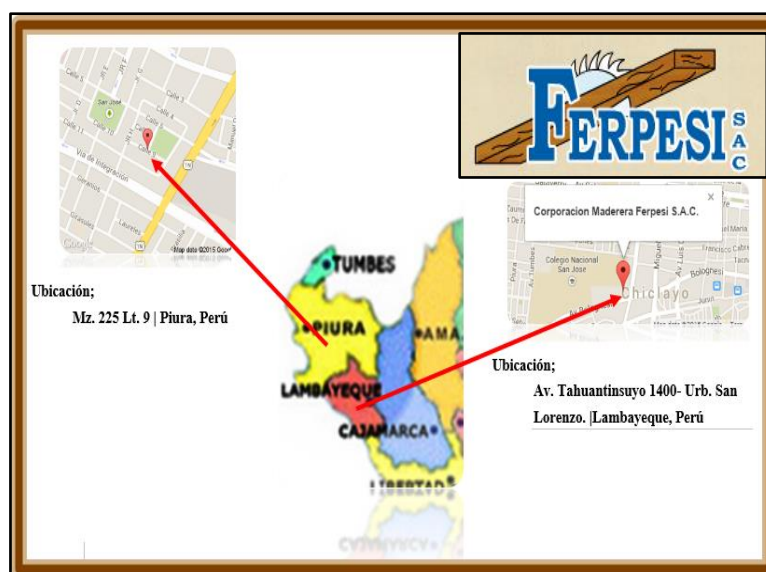


Figura 1. Ubicación Corporación Maderera FERPESI S.A.C.

Fuente: Empresa

- **Nombre de la empresa:** Corporación Maderera FERPESI S.A.C.
- **Ubicación:** Calle Tahuantinsuyo 1400. José Leonardo Ortiz – Lambayeque.
- **Actividad económica:** Aserrado de madera.
- **Fecha de inicio de actividades:** 16/06/2005
- **RUC:** 20484314617
- **Organigrama general de la empresa:** El organigrama de la empresa se muestra en la siguiente figura N°2.

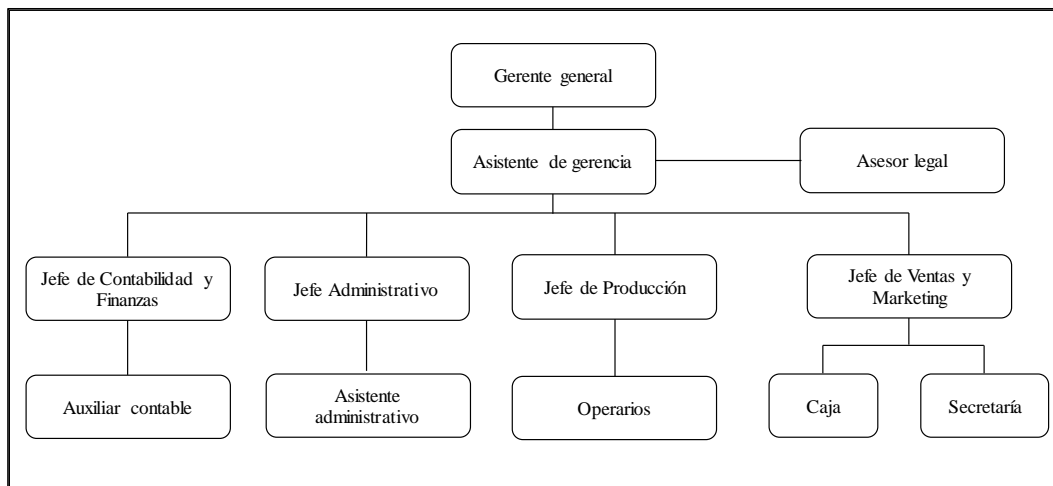


Figura 2. Organigrama de la empresa

Fuente: Empresa

Como se puede observar en la figura anterior la empresa está conformado por diferentes departamentos con los que se cuenta para el servicio que se brinda. De acuerdo a las características de la misma, se cuenta con una estructura simple funcional, dado al tamaño y actividades que se desempeñan. En el primer nivel se encuentra el gerente general, conformado por el dueño de a la empresa. En el segundo nivel se encuentra la asistente gerencial y el asistente legal. En el tercer nivel se pueden observar al jefe de contabilidad- finanzas; el jefe administrativo, el jefe de producción, jefe de ventas y marketing y sus subordinados en caja y secretaría. En el cuarto nivel se ubican el auxiliar contable, asistente administrativo, operarios.

- **Misión:** La misión de la empresa es una empresa maderera orgullosamente peruana; que ofrece productos y servicios de calidad desde su extracción, transformación, comercialización, logrando así satisfacer las necesidades más exigentes de sus clientes, con rapidez, eficiencia y garantía.

- **Visión:** La visión de la empresa es ser una empresa líder e innovadora con imagen corporativa, que obtenga la mayor rentabilidad de la industria a través de la generación de productos y servicios, optimizando los recursos y logrando estándares de calidad contribuyendo al desarrollo sostenible de los bosques y la responsabilidad social.

3.1.2 Descripción del sistema productivo

La empresa cuenta con un sistema de producción intermitente, dado que se produce por lote o pedido con la capacidad de fabricar distintas variedades. Todo el proceso de producción está directamente relacionado con el cambio de forma, apariencia y dimensiones del producto a elaborar.

3.1.2.1 Productos

La madera aserrada es básicamente piezas de madera maciza obtenidas mediante un proceso de mecanizado. Generalmente se trata de piezas escuadradas, con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas. La gama dimensional que ofrece Corporación FERPESE es amplia y normalmente va asociada con el uso al que se destine. Es por ello, que se clasificó a los productos terminados que ofrece la empresa en las siguientes variedades mostradas en la siguiente tabla N°7

Tabla 7. Productos terminados que ofrece la empresa

Tipos y características de maderas aserradas		
Tipo	Descripción	Imagen
Vigas	Piezas de madera maciza de sección variable, rectangular o redonda, usada como estructura portante de una edificación.	 <p>Figura 3. Vigas Fuente: Empresa</p>
Tablas	Piezas de madera que generalmente presentan irregularidades en la superficie y son usadas para armado de encofrados; las tablas de mejor calidad tienen uso decorativo.	 <p>Figura 4. Tablas Fuente: Empresa</p>
Tablillas	Piezas de madera que presentan menores irregularidades en su superficie y por lo general tienen uso decorativo.	 <p>Figura 5. Tablillas Fuente: Empresa</p>
Tablón	Piezas de madera decorativa o rústica. Así como las tablas, los tablones pueden ser comprados rústicos o cepillados según la función que deban cumplir.	 <p>Figura 6. Tablón Fuente: Empresa</p>
Listones	Piezas de madera de longitud muy superior al ancho, utilizado para recubrir uniones, proteger bordes y esquinas, alinear y sujetar las tejas de un techo inclinado. Estéticamente, brindan la posibilidad de crear marcos para cuadrarías, o para realizar infinidad de detalles arquitectónicos o de carpintería, desde los más sencillos a los más complicados.	 <p>Figura 7. Listones Fuente: Empresa</p>

Fuente: Empresa

En la siguiente tabla N°8 se observa que la empresa cuenta con determinados intervalos de medidas por cada tipo de pieza de madera, trabajando con el sistema inglés que se utiliza comercialmente con dimensiones como espesor, ancho y longitud. Se tienen las unidades como pulgadas y pie lineal, utilizadas durante el proceso de producción, así como en su compra y venta.

Tabla 8. Dimensiones de productos terminados de la empresa

Denominaciones	Espesor	Ancho	Largo
Viga o Columna	4 - 5 pulgadas	4 - 5 pulgadas	1- 21 pie lineal
Tabla	$\frac{3}{4}$ - 1 pulgada	10 - 20 pulgadas	1- 21 pie lineal
Tablilla	$\frac{1}{2}$ pulgada	3 - 6 pulgadas	1- 21 pie lineal
Tablón	2 pulgadas	8 - 16 pulgadas	1- 21 pie lineal
Listón	$\frac{3}{4}$ - 1 pulgada	4 - 10 pulgadas	1- 21 pie lineal

Fuente: Empresa

A continuación en la tabla N°9, se presenta las especies de madera con las que se elaboran los productos previamente mencionados y sus características, entre ellas tenemos: Capirona, Tornillo, Cedro, Ishpingo, Caoba, Mohena, Cumala, Congona y Estoraque.

Tabla 9. Especies de madera

Características de maderas aserradas		
Especie	Descripción	Imagen
Capirona	Madera de origen tropical, de color blanco pardo, de grano recto o entrecruzado, su textura es muy fina, con un brillo medio intenso. Su durabilidad es media, y su trabajabilidad es buena, es utilizado en vigas, columnas, pisos, mueblería molduras, artesanías, mangos de herramientas entre otros	 <p>Figura 8. Capirona Fuente: Empresa</p>
Tornillo	Madera de origen tropical, de color marrón claro, de grano entrecruzado, su textura gruesa, con un brillo medio. Su durabilidad es alta y su trabajabilidad es buena, es de uso estructural, como vigas columnas, tijerales y carpintería en general.	 <p>Figura 9. Tornillo Fuente: Empresa</p>
Cedro	Madera de origen tropical, de color rosado, de grano recto, su textura media, con un brillo medio. Su durabilidad es media-alta y su trabajabilidad es buena, usado para mueblería en general, puertas, ventanas, molduras, entre otros	 <p>Figura 10. Cedro Fuente: Empresa</p>
Ishpingo	Madera de origen tropical, de color amarillo a marrón, de grano entrecruzado, su textura media a gruesa, con un brillo medio. Su durabilidad es media-alta y su trabajabilidad es buena, empleado para mueblería en general, laminados, puertas, ventanas y otros.	 <p>Figura 11. Ishpingo Fuente: Empresa</p>
Caoba	Madera de origen tropical, de duramen color rojo a marrón, albura rosado, de grano recto a entrecruzado, su textura media a fina, con un brillo alto. Su durabilidad es media-alta y su trabajabilidad es buena, empleado en mueblería fina, en decoración de interiores, chapa decorativas, molduras, instrumentos musicales, puertas y ventanas, entre otros.	 <p>Figura 12. Caoba Fuente: Empresa</p>

Especie	Descripción	Imagen
Mohena	Madera de origen amazónico, de color amarillo dorado con tonalidades verde claro y franjas oscuras, de grano entrecruzado, su textura media a fina, con un brillo alto. Su durabilidad es medio y su trabajabilidad es sencilla. Es empleada para carpintería, pisos machihembrados, estructuras de viviendas, chapas decorativas y parihuelas,	 <p data-bbox="1102 535 1305 562">Figura 13. Mohena</p> <p data-bbox="1019 564 1203 591">Fuente: Empresa</p>
Cumala	Madera de origen tropical, de color rosado a marrón claro, albura rosado, de grano recto, su textura media, con un brillo alto. Su durabilidad es bajo-media y su trabajabilidad es buena, empleada en mueblería, decoración de interiores, puertas, marcos de puertas, ventanas, enchape decorativo, molduras, entre otros.	 <p data-bbox="1102 889 1305 916">Figura 14. Cumala</p> <p data-bbox="1019 918 1203 945">Fuente: Empresa</p>
Congona	Madera de origen tropical, de color blanco amarillento a pardo claro, de grano recto a entrecruzado, su textura media, con un brillo alto. Su durabilidad es media y su trabajabilidad es buena, empleada en mueblería fina, decoración de interiores, puertas, ventanas, chapas decorativas, entre otros.	 <p data-bbox="1102 1247 1305 1274">Figura 15. Congona</p> <p data-bbox="1019 1276 1203 1303">Fuente: Empresa</p>
Estoraque	Madera de origen tropical, de color, rojizo claro a marrón de grano recto a entrecruzado, su textura media, con un brillo alto. Su durabilidad es alta y su trabajabilidad es buena, principalmente utilizado para pisos; también en estructuras, implementos deportivos, muebles en general, entre otros	 <p data-bbox="1102 1615 1305 1641">Figura 16. Estoraque</p> <p data-bbox="1019 1644 1203 1671">Fuente: Empresa</p>

Fuente: Empresa

La empresa durante toda su trayectoria ha venido trabajando con distintas especies maderables para la elaboración de piezas aserradas, debido a las diversas características que éstas presentan, y de acuerdo a la necesidad del cliente. (Ver tabla N°10). Sin embargo, analizando los datos proporcionados por la empresa, para la realización del presente estudio de investigación se consideró analizar el proceso de producción para el producto Tornillo.

Tabla 10. Ventas del año 2019

Especie	Unidad	Precio por unidad	Cantidad vendida (pie tablares)	Ventas (soles)	Porcentajes	Tipo Producto
Tornillo	pie tablar	3,5	1 616 832	5 658 912	72%	A
Cedro	pie tablar	5,5	69 581	382 695,5	5%	B
Cumala	pie tablar	5,5	68 475	376 612,5	5%	B
Congona	pie tablar	6,5	58 885	382 752,5	5%	B
Estoraque	pie tablar	7,5	43 426	325 695	4%	B
Caoba	pie tablar	5,5	46 251	254 380,5	3%	C
Mohena	pie tablar	6,5	38 756	251 914	3%	C
Capirona	pie tablar	4,5	34 246	154 107	2%	C
Ishpingo	pie tablar	4,5	22 967	103 351,5	1%	C
Total	pie tablar		1 999 419	789 0420,5	100%	

Fuente: Empresa

Como se observa en la tabla anterior del año 2019, se observan las nueve especies que se ofrecen para la venta en la empresa. Las variedades que más porcentajes tienen son la Capirona (2%), Tornillo (72%), Cedro (5%), Ishpingo (1%), Caoba (3%), Mohena (3%), Cumula (5%), Congona (5%) y Estoraque (4%). Esto indica que la especie es la de Tornillo, por ello a partir de ahora la investigación se centrará en la variedad en la línea de producción que fabrique productos a base de tornillo.

3.1.2.2 Materia prima

La materia prima adquirida para el proceso de producción de madera aserrada es fácil de adquirir a través de pedidos a otras empresas proveedoras de madera especializadas en la extracción o en la primera transformación de éstas mismas. La materia prima principal es la materia descortezada, la cual es un material natural y orgánico con una estructura celular fundamentalmente fibrosa. Desde el punto de vista químico la madera consta principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina, además de otros componentes.

Por otro lado, como materiales indirectos se han considerado aquellos necesarios y utilizados en la elaboración de los productos terminados, pero que no son fácilmente identificables como:

- Aceite de engrase para maquinaria.
- Herramientas de ajuste.
- Herramientas de medición.
- Herramientas de empuje.
- Sierras.

3.1.2.3 Mano de obra

Para el proceso de producción de la madera aserrada trabajan 10 operarios, cada uno asignado en un proceso correspondiente. Se identificó que los operarios cuentan con una educación mínima de nivel secundario y que realizan una jornada laboral de 9 horas por día, siendo su hora de ingreso a las 8:00 horas de la mañana, su hora de almuerzo a las 12:00 horas, su hora de reingreso a las 14:00 horas y su hora de salida a las 19:00 horas de la noche. En la siguiente tabla N° 11, se muestra la distribución de los operarios, su educación y funciones para cada subproceso.

Tabla 11. Información sobre operarios

Subproceso	N° de operarios	Educación	Funciones
Cubicación	1 operario	Secundaria completa.	Seleccionar, marcar y distribuir la materia prima, realizar mediciones de dimensiones para la elaboración de piezas requeridas.
	1 operario		
Aserrado	1 operario	Secundaria completa.	Recibir los cuarterones de madera descortezada, aserrar la madera e inspeccionar que el tableado sea el requerido.
	1 operario		
Cortado	1 operario	Secundaria completa.	Realizar corte longitudinal de madera aserrada a medida requerida del cliente.
	1 operario		
Secado natural	1 operario	Secundaria completa.	Realizar el apilamiento de las piezas de madera aserrada y cortada su secado al aire libre.
	1 operario		
Cepillado	1 operario	Secundaria completa.	Cepillar piezas de madera.
	1 operario		
Total	10 operarios		

Fuente: Empresa

3.1.2.4 Maquinaria

Para el procesamiento de las piezas de madera se hace uso de 3 máquinas, las cuales serán descritas en la siguiente tabla N°12:

Tabla 12. Maquinaria de la empresa

Maquinaria	Descripción	Cantidad	Origen	Antigüedad	Capacidad
Sierra Cinta Estacionaria o Tableadora	Transforma las trozas de madera en piezas aserradas, de manera que éstos sean usados para el siguiente proceso.	1	De segunda	12 años	10 000 pies tablares/día
Sierra Circular	Obtiene las dimensiones exactas dependiendo del tipo de pieza requerido.	1	De segunda	9 años	9 500 pies tablares/día
Cepilladora Regruesadora	Aplana la superficie de la pieza.	1	De segunda	7 años	9 000 pies tablares/día

Fuente: Empresa

Es necesario describir las diferentes maquinarias utilizadas para el proceso de producción de madera aserrada a base de tornillo. En la siguiente tabla N°13 se menciona la ficha técnica de la sierra cinta estacionaria o más conocida como tableadora.

Tabla 13. Ficha técnica sierra cinta estacionario

Máquina o Equipo	Sierra cinta estacionaria o Tableadora	
Fabricante	Italiano	
Modelo	P1100	
Marca	Primultini	
CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Altura de corte	160 mm	
Motor	40 hp	
Diámetros de volantes	1,10m	
Ancho de la pista de rueda	1,20 m	
Longitud de hoja de corte	0,1524 m	



Figura 17. Sierra cinta estacionaria o Tableadora

Fuente: Empresa

En la siguiente tabla N°14 se menciona la ficha técnica de la sierra circular o conocida como cortadora.

Tabla 14. Ficha técnica de sierra circular

Máquina o Equipo	Sierra Circular	
Fabricante	Italiano	
Modelo	Modelo ST-1040 E	
Marca	Truper	
CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Altura de la sierra	0,25	
Ancho de la sierra	40 hp	
Motor	1,50m	
Inclinación	45°	
Longitud de hoja de corte	0,1524 m	
Peso	210 Kg	
Ancho máximo de corte	0,2 m	



Figura 18. Sierra circular

Fuente: Empresa

En la siguiente tabla N°15 se menciona la ficha técnica de la cierra regruesadora.

Tabla 15. Ficha técnica de cepilladora regruesadora

Máquina o Equipo	Cepilladora Regruesadora
Fabricante	Alemán
Modelo	Cepillo de 63 cm Bauerle 4 cuchillas
Marca	Truper
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Profundidad de corte	0,04 m
Motor	10 hp
Inclinación	45°
Ancho de la mesa	1,50m
Longitud de cepillo	0,63 m



Fuente: Empresa

3.1.2.5 Proceso de producción

- **Recepción de materia prima**

El proceso se inicia con la recepción y almacenamiento de la materia prima, previamente procesada en la primera transformación de madera en rollos provenientes de centros de acopio en la zona de la selva, en este caso en el Dpto. de San Martín, Dpto. de Loreto y también de Iquitos-Pucallpa, las cuáles han sido transportadas, con destino a la empresa, para ser posteriormente mecanizadas. Entre las maderas más comercializadas actualmente por la empresa maderera destacan: Madera Tornillo, Ishpingo, Cedro, Caoba y Madera Blanca (Mohena, Eucalipto, Pino, Polisangre, Huayruro y Copaiba).



Figura 19. Recepción de Materia prima.

Fuente: Empresa

- **Cubicación**

La empresa utiliza medidas para la cubicación de madera procesada con un alto grado de aceptación y de exactitud, como lo es el denominado pie tablar (PT), éste es una medida inglesa, y su uso es para madera aserrada. Esta unidad representa una pieza de madera con dimensiones de 1 pulgada de espesor, por una pulgada de ancho, por un pie de largo entre 12 (constante), que equivaldría a 0,00236 m³. Al realizar la cubicación se tiene en cuenta el volumen de madera que se utilizará para producir en la empresa, se estima un ingreso de 10 000 pies tablares en la línea de producción, para la cual se obtiene 5182,54 pies tablares de madera aserrada producida al día.



Figura 20. Cubicación de la Materia Prima

Fuente: Empresa

- **Aserrado**

Es el subproceso el cuál se realiza utilizando una sierra cinta estacionaria, en la que la madera pasa por esta sierra, tantas veces como sea necesario. Este proceso es manual, los trabajadores se encargan de tomar la madera descortezada, conocida por ellos como cartones, proceden a levantarlas y colocarlas sobre la mesa o rodillos de la sierra cinta y regular el espesor del aserrado. Las piezas que ingresan a esta máquina son previamente cubicadas y marcadas según el tipo de especie y medidas requeridas por el cliente.



Figura 21. Aserrado de la madera.

Fuente: Empresa

- **Cortado**

Se trata de un subproceso de corte en la que se obtienen las dimensiones exactas, mediante la sierra circular, ya sean de longitud, de ancho o según la figura que se desee obtener. Depende, en cada caso, del tipo de pieza que se quiere cortar. Cuando se parte de piezas aserradas, dimensionadas en espesor y/o anchura, el corte longitudinal dimensiona la pieza también en longitud obteniendo, así pues, la pieza a medida. Se puede observar en la siguiente figura, que el cortado de las piezas se realiza en sierra circular, asimismo podemos ver que se cuenta con la máquina garlopa, pero actualmente está fuera de funcionamiento debido a fallas.



Figura 22. Cortado de la madera

Fuente: Empresa

- **Secado Natural (al aire libre)**

Es un subproceso que consiste en apilar las piezas cortadas al aire libre. El objetivo del secado es reducir el contenido de humedad de la madera aserrada hasta obtener un valor que sea uniforme con las condiciones climáticas circundantes y lograrlo en el menor tiempo posible y con un mínimo de defectos. En este proceso se apila las piezas para el secado, pero no se controla el tiempo estimado de secado para obtener piezas aserradas con condiciones de calidad, sólo se dispone a secar las piezas en el tiempo restante previo al cepillado, además tampoco se controla el porcentaje de humedad final estimado para el uso posterior de las piezas por lo cual en algunas de éstas presentan anomalía o irregularidad que disminuyen su valor comercial, sólo se realiza una inspección visual rápida. Se considera entonces que para este subproceso no se hace uso de una máquina.

Así mismo no existe un método adecuado para este subproceso, ni el orden que debería tener, lo cual genera tiempos ociosos, y a su vez se producen defectos en el producto, generando mohos, manchas y alabeos en las piezas.



Figura 23. Secado natural de la madera

Fuente: Empresa.

- **Cepillado**

Es un subproceso en el que se empieza a aplanar la superficie de la pieza, mediante la cepilladora regruesadora, con el fin de obtener una superficie completamente lisa y sin alabeo. Con el uso de esta máquina se han podido lograr reducir algunos defectos.



Figura 24. Cepillado de la madera.

Fuente: Empresa.

- **Entrega de pedido.**

Finalmente se obtiene las piezas de madera de acuerdo a los requerimientos del cliente, teniendo en cuenta sus especificaciones, la elección de las especies, medidas y precios, pasa ser entregado o almacenado según el plazo pactado para su comercialización.



Figura 25. Entrega de pedido

Fuente: Empresa

3.1.2.6 Análisis del proceso de producción

- **Diagrama de bloques de proceso de producción**

A continuación se presenta el diagrama de bloques del proceso de producción para la obtención de madera aserrada a base de tornillo en la empresa Corporación FERPESE S.A.C. (Ver figura N°26).

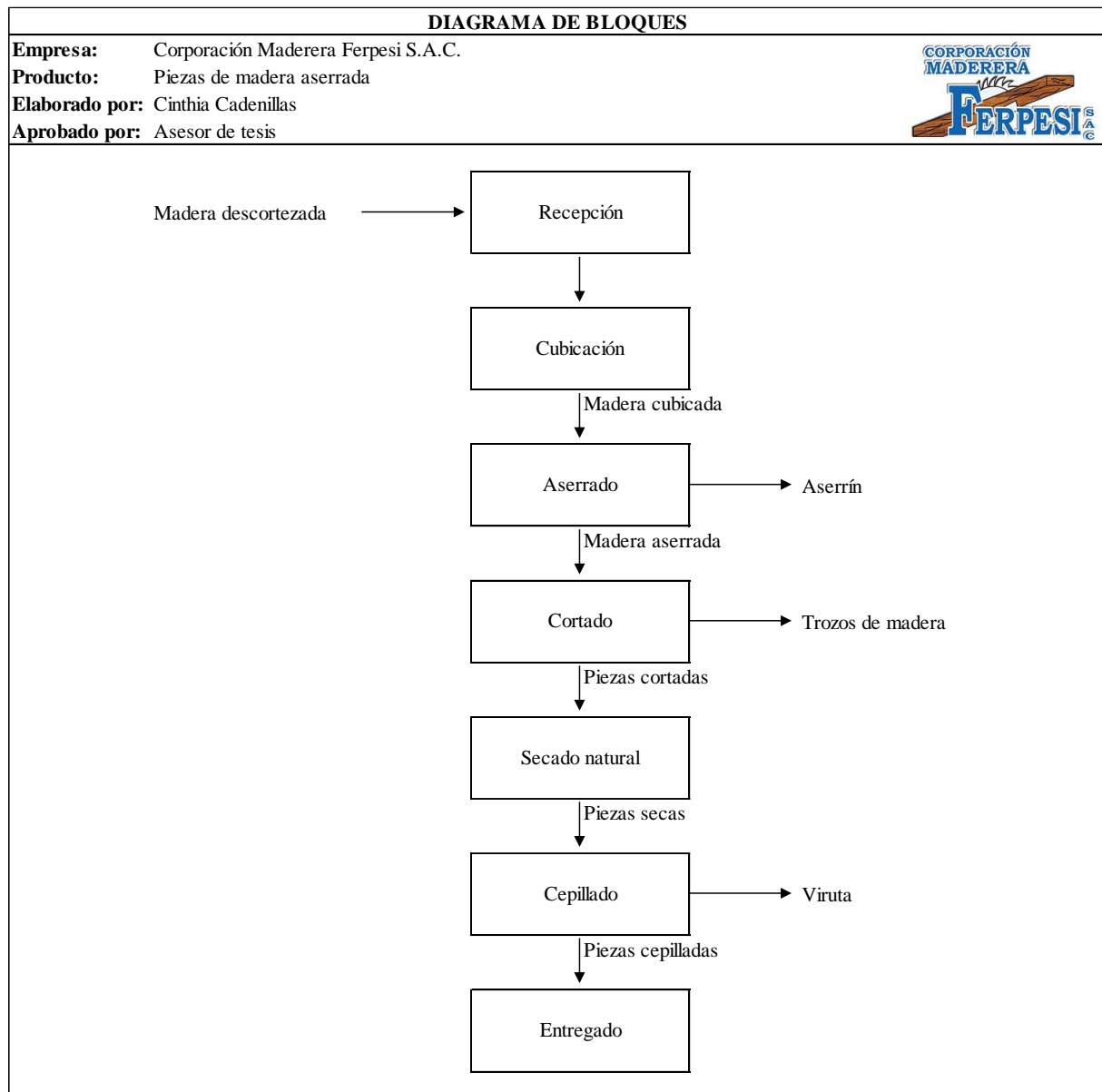


Figura 26. Diagrama de bloques

Fuente: Empresa

- **Diagrama de flujo de proceso.**

A continuación se presenta el diagrama de flujo de proceso para la producción para la obtención de madera aserrada a base de tornillo en la empresa Corporación FERPESI S.A.C. (Ver figura N°27)

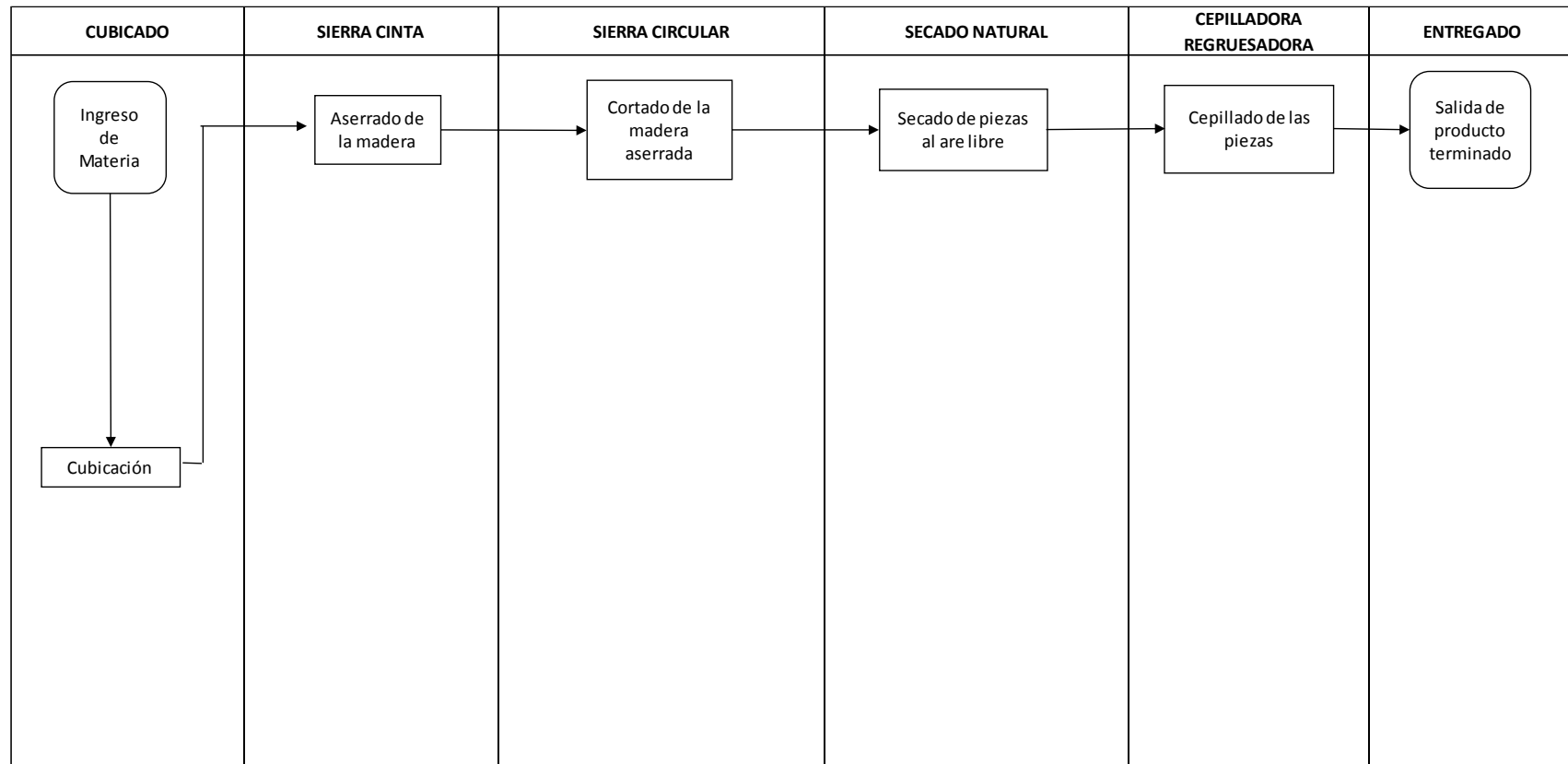


Figura 27. Diagrama de flujo de proceso

Fuente: Empresa

- **Cálculo de número de observaciones y tiempos promedios**

Para realizar el diagrama de análisis de proceso fue necesario en primer lugar determinar los tiempos promedio de cada actividad. Para ello, se aplicó la metodología de Mundel cuyos resultados se muestran a continuación en la tabla N°16.

Tabla 16. Cálculos de números de observaciones con metodología Mundel

Cubicación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
Carga de MP	1.16	1.16	1.23	1.13	1.11	1.11	1.11	1.11	1.21	1.40	1.17
Ubicación de madera	1.26	1.24	1.35	1.21	1.23	1.13	1.11	1.11	1.12	1.23	1.20
Cubicado de la madera	4.11	4.53	4.58	4.50	4.58						4.46
Aserrado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
Transporte al área de aserrado	1.53	1.50	1.51	1.31	1.57	1.51	1.58	1.56	1.58	1.58	1.52
Apilamiento de madera	1.50	1.38	1.40	1.41	1.43	1.36	1.26	1.24	1.21	1.26	1.34
Colocación de la madera en mesa de sierra cinta	2.70	2.48	2.45	2.44	2.53						2.52
Cortado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
Transporte al área de cortado	1.23	1.22	1.21	1.21	1.26	1.21	1.21	1.30	1.28	1.51	1.26
Apilamiento de madera	2.11	2.30	2.08	2.11	2.08						2.14
Colocación de la madera en mesa de sierra circular	1.51	1.47	1.41	1.66	1.45	1.41	1.74	1.45	1.45	1.51	1.51
Cortado de madera aserrada	6.96	6.12	6.15	6.76	6.56						6.51
Orden de piezas	1.49	1.46	1.52	1.81	1.69	1.55	1.52	1.51	1.50	1.51	1.57
Secado natural	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
Transporte a área de secado	1.52	1.41	1.54	1.56	1.56	1.45	1.55	1.46	1.36	1.26	1.47
Apilamiento de piezas	7.66	7.66	6.95	6.89	7.74						7.38
Cepillado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
Transporte al área de cepillado	1.21	1.12	1.21	1.21	1.01	1.10	1.01	1.20	1.21	1.26	1.15
Apilamiento de piezas	2.90	2.95	3.20	3.21	3.11						3.07
Colocación de la madera en mesa de cepilladora regruesadora.	1.13	1.44	1.14	1.20	1.13	1.14	1.14	1.29	1.26	1.30	1.22
Cepillado de piezas	6.16	6.11	6.70	6.32	6.76						6.41

Fuente: Empresa

En la tabla anterior se muestra la primera parte de la aplicación de la metodología de Mundel. Se analizaron 150 pies tablares de madera aserrada a lo largo del proceso de producción. Se realizaron 10 observaciones para los ciclos menores a 2 minutos y 5 lecturas para los ciclos mayores a 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar. Para determinar la muestra, se aplica el método de cronometraje, con el cual obtendremos un tiempo promedio por cada actividad del proceso, que se adoptará como tiempo representativo de las mediciones efectuadas o llamados también tiempos de observaciones preliminares en minutos.

Tabla 17. Tabla de Mundel

(A-B)/(A+B)	Serie inicial de		(A-B)/(A+B)	Serie inicial de	
	5	10		5	10
0,05	3	1	0,28	93	53
0,06	4	2	0,29	100	57
0,07	6	3	0,3	107	61
0,08	8	4	0,31	114	65
0,09	10	5	0,32	121	69
0,1	12	7	0,33	129	74
0,11	14	8	0,34	137	78
0,12	17	10	0,35	145	83
0,13	20	11	0,36	154	88
0,14	23	13	0,37	162	93
0,15	27	15	0,38	171	98
0,16	30	17	0,39	180	103
0,17	34	20	0,40	190	108
0,18	38	22	0,41	200	114
0,19	43	24	0,42	210	120
0,20	47	27	0,43	220	126
0,21	52	30	0,44	230	132
0,22	57	33	0,45	240	138
0,23	63	36	0,46	250	144
0,24	68	39	0,47	262	150
0,25	74	42	0,48	273	156
0,26	80	46	0,49	285	163
0,27	86	49	0,50	296	170

Fuente: Mundel

Asimismo, para llevar a cabo el método de cronometraje es necesario contar con la herramienta, en este caso es el cronómetro; descomponer cada subproceso en actividades y calcular en número de observaciones que se realizará por actividad.

En segundo lugar, se procede a identificar el número de observaciones (Ver tabla N° 18), el tiempo máximo y el tiempo mínimo de cada actividad. Luego, se calcula la resta y la suma de ambos valores. Posteriormente, se calcula el cociente de la resta entre la suma y se busca el resultado generado en la Tabla de Mundel, donde se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) para cada actividad, para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de $\pm 5\%$. Finalmente se obtuvo el tiempo promedio de cada actividad.

Se lleva a cabo el último valor en la Tabla de Mundel (Ver Tabla N°17) y se determina el número de observaciones necesarias mirando en la columna 5 o 10 según el número de la serie inicial de observaciones.

Tabla 18. Cálculo de número de observaciones

CUBICACIÓN	Número de observaciones	A	B	(A-B)/ (A+B)
Carga de MP	10,00	1,40	1,11	0,12
Ubicación de madera	10,00	1,35	1,11	0,10
Cubicado de la madera	5,00	4,58	4,11	0,05
ASERRADO				
Transporte al área de aserrado	10,00	1,58	1,31	0,09
Apilamiento de madera	10,00	1,50	1,21	0,11
Colocación de la madera en mesa de sierra cinta	5,00	2,70	2,44	0,05
CORTADO				
Transporte al área de cortado	10,00	1,51	1,21	0,11
Apilamiento de madera	5,00	2,30	2,08	0,05
Colocación de la madera en mesa de sierra circular	10,00	1,74	1,41	0,11
Cortado de madera aserrada	5,00	6,96	6,12	0,06
Orden de piezas	10,00	1,81	1,46	0,11
SECADO NATURAL				
Transporte a área de secado	10,00	1,56	1,26	0,11
Apilamiento de piezas	5,00	7,74	6,89	0,06
CEPILLADO				
Transporte al área de cepillado	10,00	1,26	1,01	0,11
Apilamiento de piezas	5,00	3,21	2,90	0,05
Colocación de la madera en mesa de cepilladora regruesadora,	10,00	1,44	1,13	0,12
Cepillado de piezas	5,00	6,76	6,11	0,05

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19. Medición de las actividades en minutos

CUBICACIÓN	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	PROMEDIO
Carga de MP	1,16	1,16	1,23	1,13	1,11	1,11	1,11	1,11	1,21	1,40	1,17
Ubicación de madera	1,26	1,24	1,35	1,21	1,23	1,13	1,11				1,22
Cubicado de la madera	4,11	4,53	4,58								4,41
ASERRADO	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	PROMEDIO
Transporte al área de aserrado	1,53	1,50	1,51	1,31	1,57						1,48
Apilamiento de madera	1,50	1,38	1,40	1,41	1,43	1,36	1,26	1,24			1,37
Colocación de la madera en mesa de sierra cinta	2,70	2,48	2,45								2,54
CORTADO	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	PROMEDIO
Transporte al área de cortado	1,23	1,22	1,21	1,21	1,26	1,21	1,21	1,30			1,23
Apilamiento de madera	2,11	2,30	2,08								2,16
Colocación de la madera en mesa de sierra circular	1,51	1,47	1,41	1,66	1,45	1,41	1,74	1,45			1,51
Cortado de madera aserrada	6,96	6,12	6,15	6,76							6,50
Orden de piezas	1,49	1,46	1,52	1,81	1,69	1,55	1,52	1,51			1,57
SECADO NATURAL	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	PROMEDIO
Transporte a área de secado	1,52	1,41	1,54	1,56	1,56	1,45	1,55	1,46			1,51
Apilamiento de piezas	7,66	7,66	6,95	6,89							7,29
CEPILLADO	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	PROMEDIO
Transporte al área de cepillado	1,21	1,12	1,21	1,21	1,01	1,10	1,01	1,20			1,13
Apilamiento de piezas	2,90	2,95	3,20								3,02
Colocación de la madera en mesa de cepilladora regruesadora,	1,13	1,44	1,14	1,20	1,13	1,14	1,14	1,29	1,26	1,30	1,22
Cepillado de piezas	6,16	6,11	6,70								6,32

Fuente: Elaboración Propia.

El tiempo promedio de las actividades de cada subprocesso calculado según el número de observaciones se presenta a continuación en la Tabla N°20, donde se puede observar que el

cuello de botella se encuentra en la actividad de aserrío que se realizan en el área de aserrado contando con la sierra cinta estacionaria.

Tabla 20. Tiempo promedio de actividades

Tipo	Actividades	Tiempo (min)
Transporte	Carga de MP	1,17
Cubicado	Ubicación de madera	1,22
	Cubicado de la madera	4,41
Transporte	Transporte al área de aserrado	1,48
Aserrado	Apilamiento de madera	1,37
	Colocación de la madera en mesa de sierra cinta	2,54
	Aserrío	8,83
Transporte	Transporte al área de cortado	1,23
Cortado	Apilamiento de madera	2,16
	Colocación de la madera en mesa de sierra circular	1,51
	Cortado de madera aserrada	6,50
	Orden de piezas	1,57
Transporte	Transporte a área de secado	1,51
Secado natural	Apilamiento de piezas	7,29
	Observación visual	3,48
Transporte	Transporte al área de cepillado	1,13
Cepillado	Apilamiento de piezas	3,02
	Colocación de la madera en mesa de cepilladora regruesadora,	1,22
	Cepillado de piezas	6,32

Fuente: Empresa

A continuación se presentan en base a los tiempos promedio calculados, los diagramas de operaciones de proceso y el diagrama de análisis de proceso.

- **Diagrama de Operaciones del Proceso**

A continuación se presenta el diagrama de operaciones de proceso (Ver figura N°28)

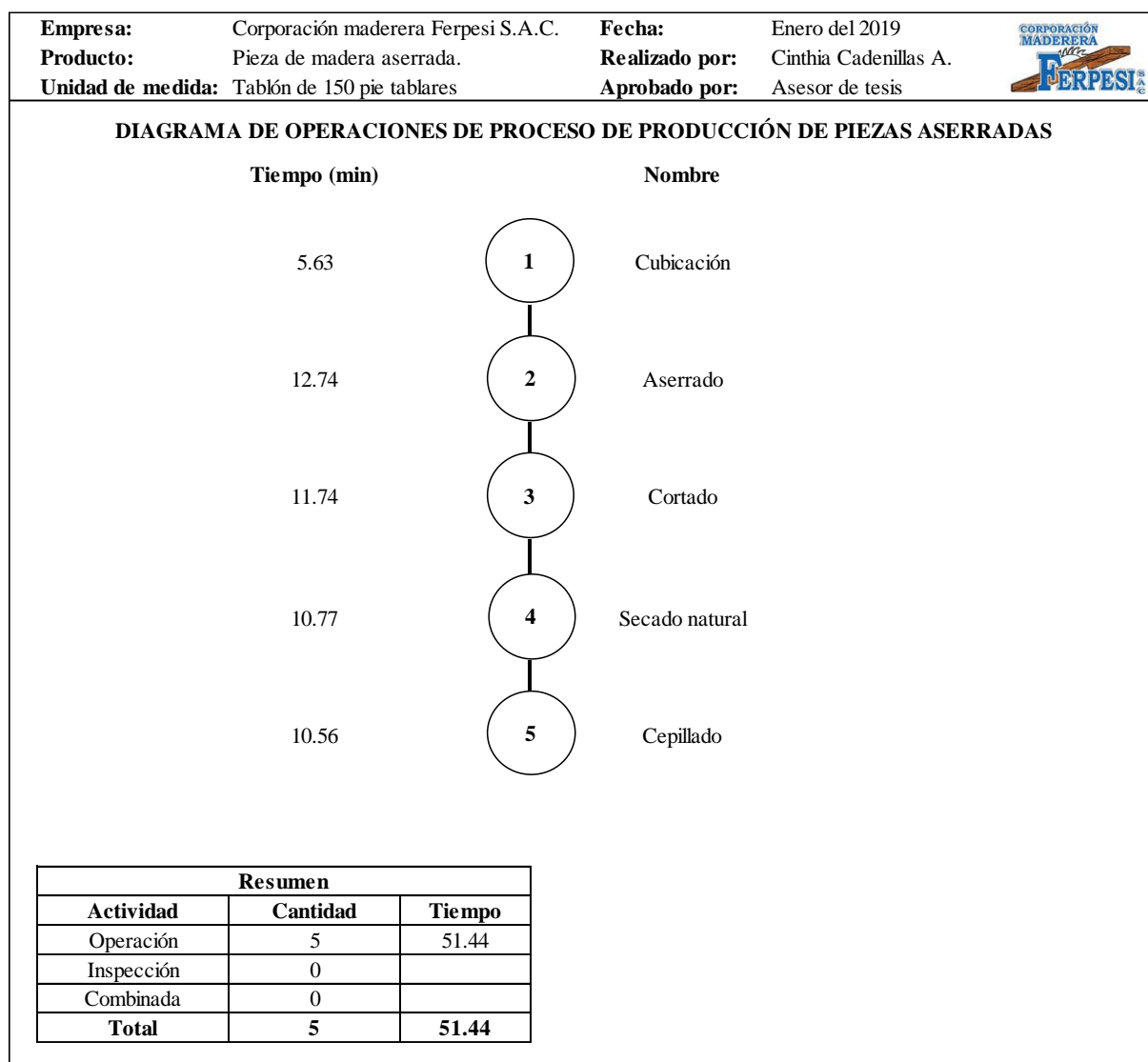


Figura 28. DOP de madera aserrada

Fuente: Empresa

En base a la figura anterior se puede observar que el proceso de la madera aserrada cuenta con 5 operaciones principales, que incluyen la cubicación, el aserrado, el cortado, el secado y el cepillado. Entre las operaciones se tiene un tiempo de ciclo de 51 minutos con 44 segundos, teniendo como base 150 pies tablares.

- **Diagrama de Análisis de Proceso**

A continuación se presenta el diagrama de análisis de proceso (Ver figura N°29)

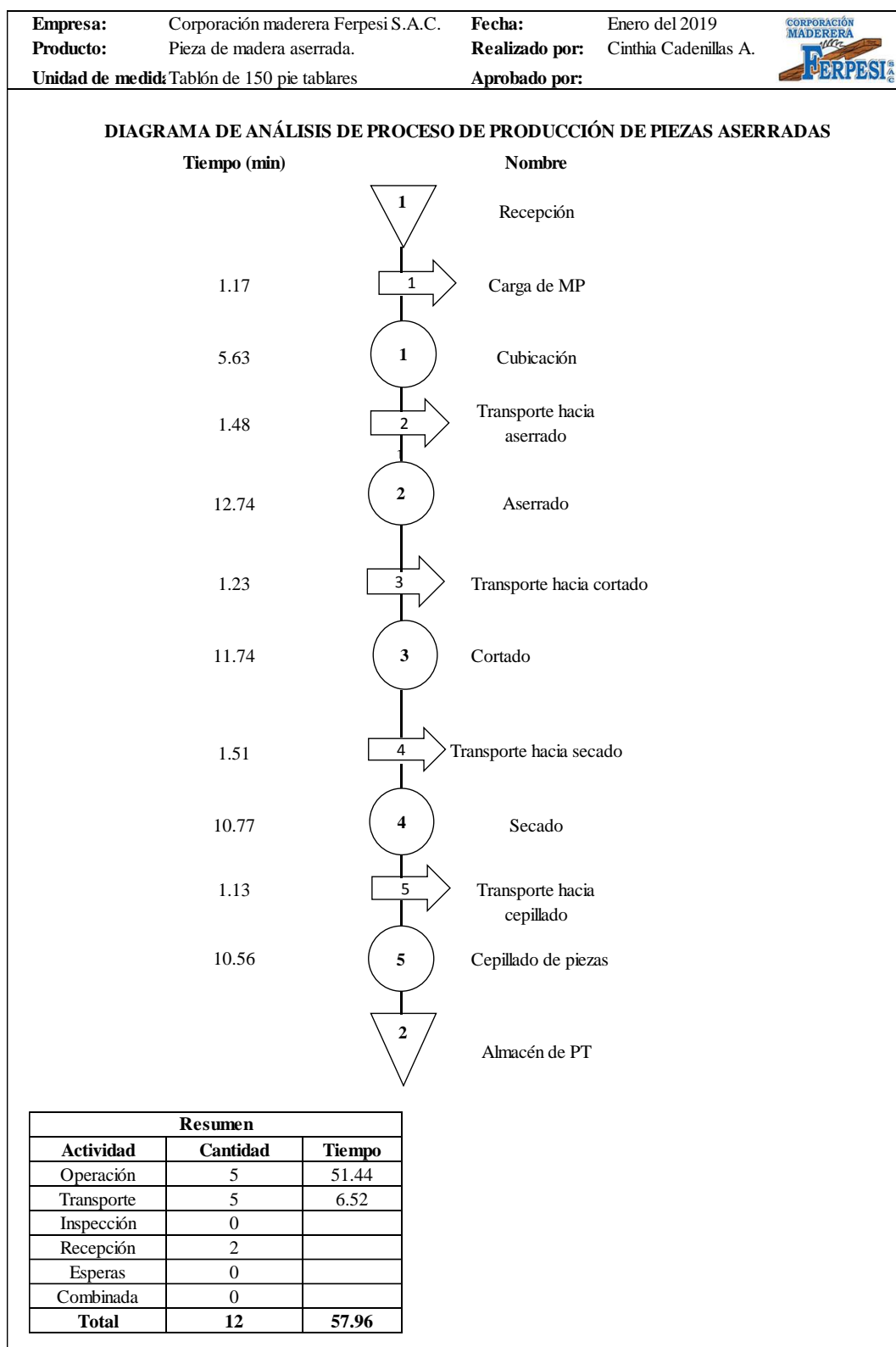


Figura 29. Diagrama de análisis de proceso de madera aserrada.

Fuente: Empresa

El diagrama de análisis de proceso, nos muestra la trayectoria del producto mediante el empleo de símbolos correspondientes a cada actividad, con un total de 5 operaciones que suman un total de 51 minutos y 44 segundos; y 5 transportes que suman 6 minutos con 52 segundos, para una producción de 150 pies tablares. En base al DAP se muestra el cursograma respectivo.

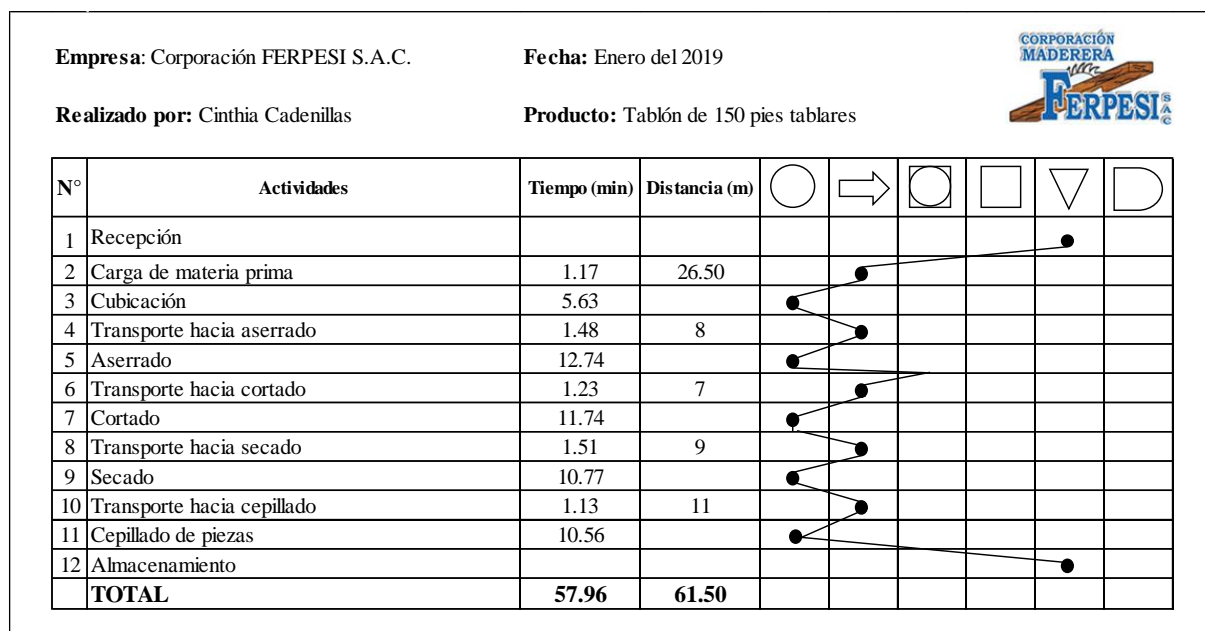


Figura 30. Cursograma para el proceso de la madera aserrada

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del tiempo total del proceso de producción para 150 pies tablares de madera aserrada existe un 88,75% de tiempo productivo, es decir tiempos destinados a la fabricación eficaz del producto terminado como actividades de operación e inspección y combinada de éstos.

$$\% \text{Actividades productivas} = \frac{51,44}{57,96} \times 100 = 88,75 \%$$

Sin embargo, también existe un 11,25% del tiempo total de producción relativo a tiempos de actividades improductivas como tiempos de transporte del material de un área a otra, y tiempos de demora en la cual el producto espera un tiempo para ser procesado.

$$\% \text{Actividades improductivas} = \frac{6,52}{57,96} \times 100 = 11,25\%$$

A continuación se presenta en la figura N°31, el plano de la empresa.

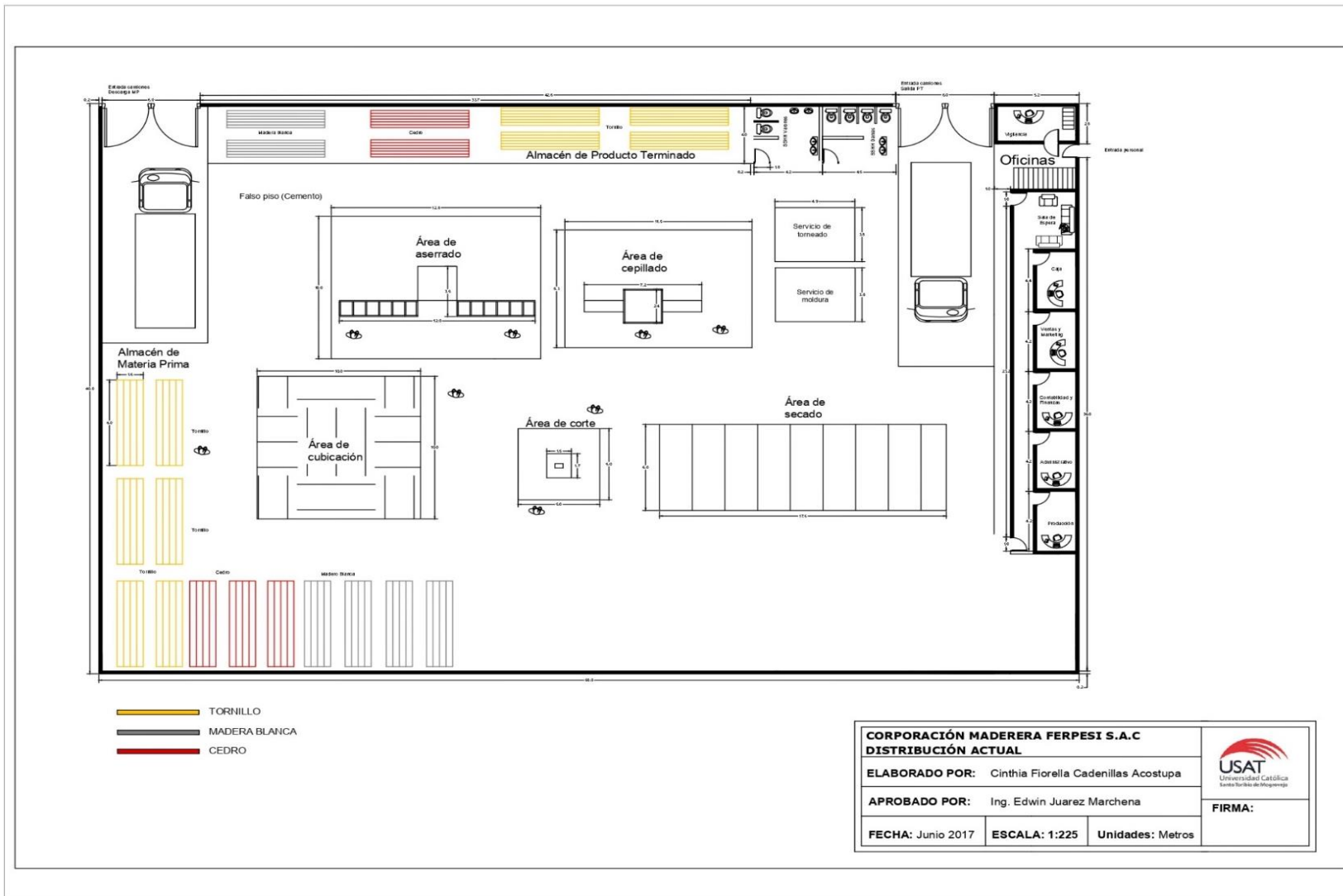


Figura 31. Plano actual de la empresa

Fuente: Empresa

A continuación se presenta en la figura N°32, el diagrama de recorrido de la empresa, en base al cursograma presentado anteriormente:

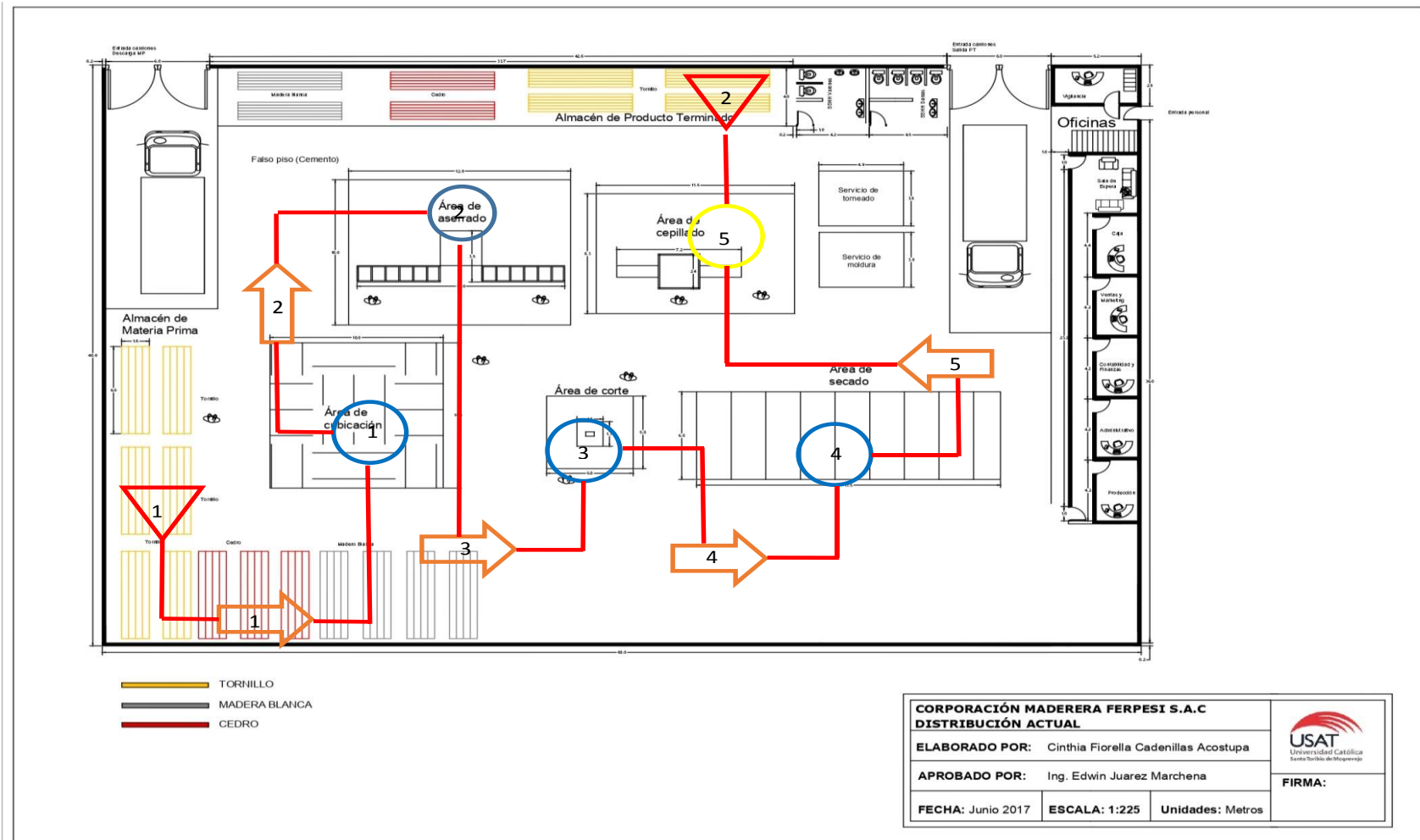


Figura 32. Diagrama de recorrido de la empresa

Fuente: Empresa

4.1.2.7 Indicadores actuales del proceso

A continuación se presentan los principales indicadores del proceso de madera aserrada.

A. Producción teórica

La empresa produce teóricamente 6 357 pies tablares al día, considerando que en un día se realiza 9 horas de trabajo y que el tiempo máximo para producir 150 pies tablares es de 12,74 minutos según el estudio de tiempos realizado.

$$\text{Producción} = \frac{\frac{540 \text{ min}}{\text{día}}}{\frac{12,74 \text{ min}}{150 \text{ pies tablares}}} = 6\,357 \frac{\text{pies tablares}}{\text{día}}$$

B. Producción real o capacidad real

La producción real de la empresa viene a estar dada por la producción real más alta alcanzada que fue en el mes de diciembre con un total de 135 840 pies tablares durante el año de evaluación en la empresa, como se muestra en la siguiente tabla N°21.

Tabla 21. Producción total año 2019

Mes / Tipo	Producción total (pies tablares)
Enero	133 392
Febrero	134 112
Marzo	134 640
Abril	134 640
Mayo	134 688
Junio	134 712
Julio	134 736
Agosto	134 736
Septiembre	134 736
Octubre	135 000
Noviembre	135 720
Diciembre	135 840
Total	1 616 952

Fuente: Empresa

En base a la tabla anterior se tiene una producción real promedio de 134 746 pies tablares mes equivalente a 5 182,54 pies tablares día (26 días por mes), tal como se muestra a continuación.

$$\text{Producción promedio} = \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción real} = \frac{13\,5840 \text{ pies tablares}}{\text{mes}} = \frac{5\,224,62 \text{ pies tablares}}{\text{día}}$$

C. Productividad de materiales

Este indicador nos permitirá medir la relación entre la cantidad de productos terminados y la cantidad de materia prima empleada para dicha elaboración. Como se observa en el siguiente cálculo se obtiene que se procesan 10 000 pies tablares al día (madera descortezada), obteniendo al día 5182,54 pies tablares al día (madera aserrada), lo que da un indicador de productividad de materiales de 0,518 pies tablares obtenidos por cada pie tablar de madera ingresada

$$\text{Productividad de materiales} = \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares/día}}{10\,000 \text{ pies tablares/día}} = 0,5182 \frac{\frac{\text{pie tablares obtenidos}}{\text{día}}}{\frac{\text{pie tablares ingresados}}{\text{día}}}$$

D. Productividad de mano de obra

Este cálculo permite determinar la cantidad procesada por operario, con relación al producto terminado que sale del proceso, como se observa, se obtiene que se procesarán 518,25 pies tablares al día por operario.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares} / \text{día}}{10 \text{ operarios}} = 518,25 \frac{\text{pies tablares}}{\text{operario} \times \text{día}}$$

E. Productividad económica.

La productividad económica es de 0,47 pies tablares de producto terminado por cada sol invertido para la producción de madera aserrada, éste es el resultado de la división de la producción diaria con respecto al costo de producción total.

El costo de producción total es de S/.10 952,06 como se evidencia en los siguientes puntos.

$$\text{Productividad económica} = \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares/día}}{(S/.455,77/\text{día} + S/.10\,313,25//\text{día} + S/.183,041/\text{día})} = 0,47 \frac{\text{pies tablares}}{\text{nuevo sol}}$$

F. Costo de Mano de Obra.

El sueldo mensual de un operario es de S/.930 y recibe un bono mensual de 255 soles. El costo total que la empresa asume al día por los 10 operarios por día es de S/455,77. (Ver tabla N°22).

$$\text{Costos por operario} = \frac{(S/.930 + S/.255)}{26 \text{ días}} \times 10 \text{ operarios} = S/.455,77/\text{día}.$$

Tabla 22. Costo por operario

Cargo	Cantidad (n°)	Sueldo (S/.)	Beneficios (S/.)	Costo por día (S./día)	Costo por hora (S./hora)	Costo por operario (S./día)
Operarios	10	930	255	31,5	3,5	455,77

Fuente: Empresa

G. Costo de Materiales

Se tiene en cuenta que el costo por producir un pie tablar es de S/.1,99 como se detalla en la siguiente tabla N°23:

Tabla 23. Costo de materiales

Materiales directos				
Ítem	Unidad de compra	Precio (S/.)	Índice de consumo	Costo por pie tablar
Madera de Tornillo	Pie Tablar	1,8	1	1,8
Costo Total de Materiales Directos				1,8
Materiales indirectos				
Aceite de engrase para maquinaria	Galón	15,8	0,01	0,16
Energía	kW.h	0,49	0,040	0,02
Costo Total de materiales indirectos				0,18
Total Costo				1,99

Fuente: Empresa

Al día se producen en promedio 5 182,54 pies tablares, por lo que se obtiene un costo por materiales de S/10 313,25 /día. Se calcula por lo tanto el costo de materia prima.

$$\text{Costo de materia prima diaria} = \frac{S/.1,99}{\text{pie tablar}} \times \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares}}{\text{día}} = S/.10\,313,25/\text{día}.$$

H. Suministros

Durante el mes se tiene un recibo promedio de 40 soles en agua, lo que equivale a un consumo diario en agua de 1,67 soles. En energía, se tiene un consumo de 370,15 Kw/día (ver tabla N°24), lo que equivale, a un costo de 0,49 el kW, una inversión en energía diario de 181,37 soles.

A continuación se presenta el detalle del consumo en kWh por las distintas áreas de la empresa.

Tabla 24. kWh por equipos y/o áreas

Equipo / Área	kWh
Sierra cinta	29,828
Cepilladora Regruesadora	7,457
Sierra circular	2,98
Otras áreas (Servicios higiénicos, oficina y almacén)	0,86
KWh	41,1278
kW por turno de 9 horas	370,1502

Fuente: Empresa.

En total se tiene un consumo por suministros de 183,041 soles por día, como se muestra en la siguiente tabla N°25:

Tabla 25. Costos de suministros

Costo energía en soles día	181,374
Costo Agua en soles día	1,667
Total Costo Suministros en soles día	183,041

Fuente: Empresa.

$$\text{Productividad} = \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares al día.}}{\frac{S/.183,041}{\text{día}} + \frac{S/.1,67}{\text{día}}} = 28,06 \frac{\text{pies tablares de P.T}}{\text{soles de energía y agua}}$$

I. Costo total de producción diaria

Para determinar el costo total de producción diaria, se consideró el costo de materiales, mano de obra y suministros, como se muestra en la siguiente tabla N°26.

Costo total de producción = S/.455,77/día + S/.10 313,25 /día + S/.183,041/día = S/.10 952,06/día.

Tabla 26. Costo de producción

Costo	Valor	Producción	Total
Costo de Materiales	S/1,99/pie tablar	5 182,54 pies tablares/día	S/.10 313,25 /día
Costo de Mano de Obra	S/.455,77/día	-	S/. 455,77/día
Costo de Suministro	S/.183,041/día		S/.183,041/día
Total Costo de producción (S./día)			S/.10 952,06/día.
Total Costo de producción por pie tablar			S/2,11/pie tablar

Fuente: Empresa

J. Capacidad o producción teórica

La capacidad o producción teórica viene de la división entre tiempo sobre ciclo. En este caso, se tiene con un valor de 6 357 pies tablares por día.

$$\text{Capacidad teórica} = \frac{6\,357 \text{ pies tablares}}{\text{día}}$$

K. Capacidad real.

La capacidad real de la empresa viene determinada por la producción real que se está obteniendo durante el período en estudio, tal como se muestra en la siguiente tabla.

$$\text{Capacidad real} = \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares}}{\text{día}}$$

L. Eficiencia de planta

La eficiencia de la empresa es del 81,5% que resulta de la división entre la capacidad real y la capacidad teórica. Es necesaria tomar acciones de mejora para elevar este indicador.

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares/día}}{6\,357 \text{ pies tablares/día}} \times 100 = 81,5\%$$

M. Eficiencia económica.

Para el cálculo de la eficiencia económica se procede a dividir los ingresos entre los costos de producción. El precio de venta por pie tablar es de 3,50 soles. Esto quiere decir que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 0,36 soles.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\frac{S/.3,50}{\text{pie tablar}} \times \frac{5\,182,54 \text{ pies tablares}}{\text{día}} - \frac{83\,556,6 \text{ pies tablares/mes}}{26 \text{ días/mes}}}{\frac{S/.10\,952,06/\text{día}}{\text{día}}} = 1,36 \text{ soles}$$

3.1.3 Identificación de las causas del problema en el sistema de producción

El principal problema que tiene la corporación maderera FERPESI S.A.C., y que es objeto de la investigación, es el incumplimiento de estándares de calidad debido a causas que se evidenciarán más adelante a detalle y que se presentan en el diagrama de Ishikawa de a continuación.

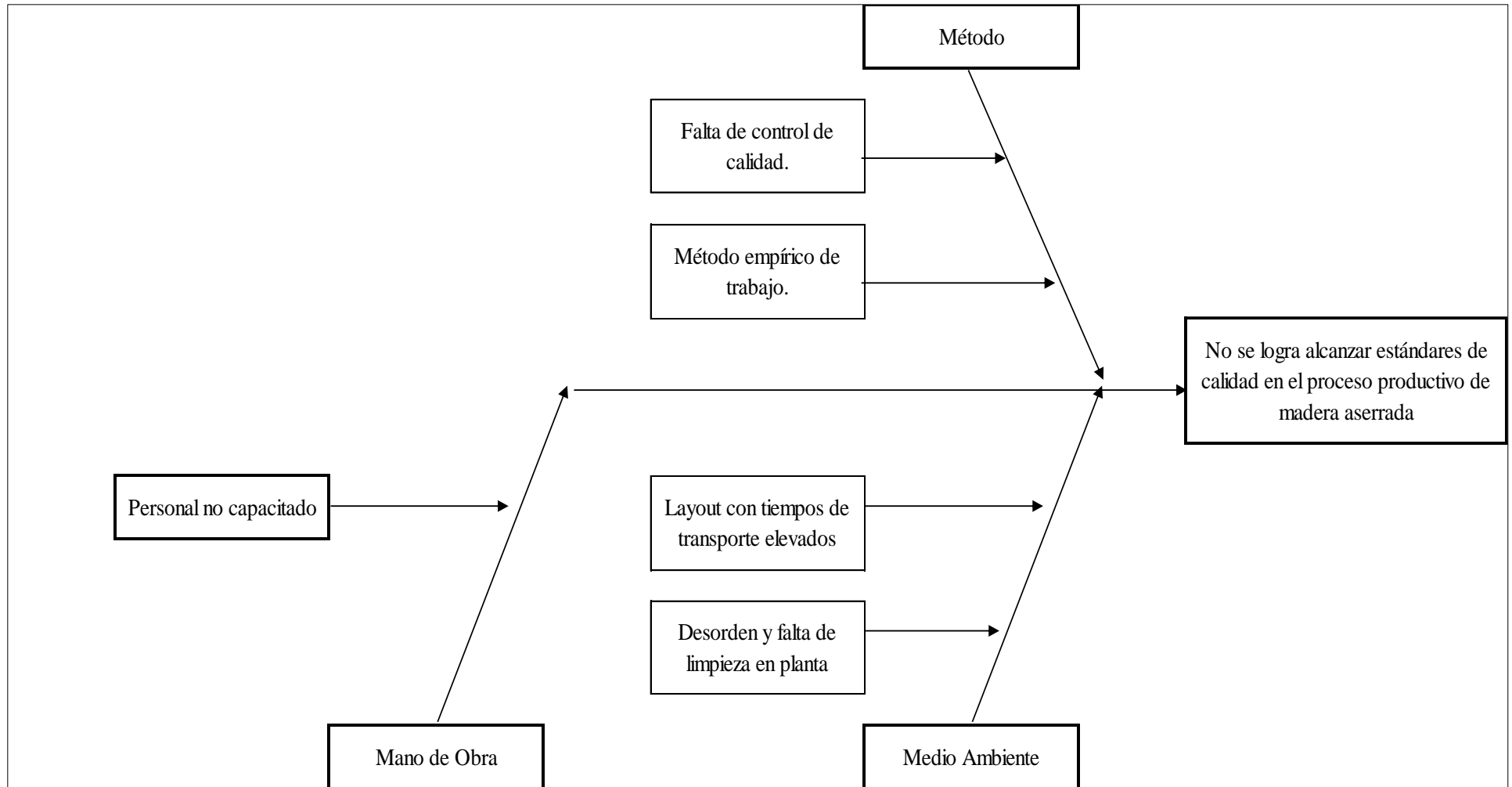





Figura 33. Diagrama de Ishikawa

A. Causa N°1. Falta de control de calidad

No se cuenta con un área y un proceso establecido de control de la calidad a lo largo de todo el proceso de producción de madera aserrada. Esto conlleva a que se obtengan productos terminados con diferentes tipos de defectos y/o anomalías que hacen que este sea rechazado y/o reprocesados. Se clasificó el tipo de producción rechazada y se mostró una fotografía de la evidencia de la misma, la pérdida económica en % de la utilidad que incurría y en soles por pie tablar como se muestra en la siguiente tabla N°27.

Tabla 27. Tipo de producción y sus pérdidas económicas en el año 2019

Tipo de producción rechazada	Descripción de la producción rechazada	Fotografía de evidencia	Pérdida económica (en % de utilidad)	Pérdida económica (en soles / pie tablar)
Producción rechazada por defectos	Es aquella producción de piezas que no cumplen con los grados de calidad. Se hace mención al término defecto aplicado a la madera, a cualquier anomalía o irregularidad que disminuya el valor comercial de la madera porque disminuye su resistencia, afecta adversamente su trabajabilidad y sus cualidades de acabado e incluso su apariencia física.	 <p>Figura 34. Producción rechazada por defectos</p>	50%	0,76
Producción rechazada por dimensionamiento inadecuado	Es aquella producción de piezas que no cumplen con un adecuado dimensionamiento, que es generado por mal corte u aserrado, de ello se obtiene madera fuera de medida o con exceso de sobre medida.	 <p>Figura 35. Producción rechazada por dimensionamiento inadecuado</p>	80%	1,22
Producción defectuosa o descartada	Es aquella producción de piezas que se considera completamente inaceptable para su uso al notar una serie de defectos que pueden estar relacionados con un método de almacenamiento inapropiados.	 <p>Figura 36. Producción defectuosa o descartada.</p>	100%	1,52

Fuente: Empresa

En la tabla anterior se evidenció que existen 3 tipos de producción rechazada. En primer lugar está la rechazada por defectos, en segundo lugar la rechazada por dimensionamiento adecuado y en tercer lugar la producción que es totalmente descartada e inaceptable. En la siguiente tabla N°28 se muestra las cantidades de los 3 tipos de producción durante el período en estudio por mes.

Tabla 28. Producción rechazada en pie tabla por mes en el año 2019

Mes / Tipo	Producción rechazada por defectos (pie tablar)	Producción rechazada por dimensionamiento inadecuado (pie tablar)	Producción defectuosa o descartada (pie tablar)	Total Producción Rechazada (pie tablar)
Enero	16 215	28 546	24 980	69 741
Febrero	13 684	32 145	32 592	78 421
Marzo	10 365	26 987	24 796	62 148
Abril	13 542	26 752	47 251	87 545
Mayo	18 452	23 540	16 483	58 475
Junio	16 854	26 541	21 315	64 710
Julio	12 897	25 871	22 870	61 638
Agosto	18 684	27 851	25 779	72 314
Septiembre	17 521	25 461	24 912	67 894
Octubre	12 548	26 587	24 052	63 187
Noviembre	15 360	22 541	30 083	67 984
Diciembre	15 312	22 586	21 501	59 399
Total	181 434	315 408	316 614	813 456

Según la tabla anterior, el total de producción rechazada varía entre 58 475 a 87 545 pies tablares en todo el año, con un promedio de 67 778 pies tablares de producción rechazada por mes. Se cuantificó económicamente el impacto de esta producción en base a la pérdida económica mostrada en 2 tablas anteriores.

Tabla 29. Valorización e impacto económico de producción rechazada en soles en el año 2019

Mes / Tipo	Producción rechazada por defectos (en soles)	Producción rechazada por dimensionamiento inadecuado (en soles)	Producción defectuosa o descartada (en soles)	Total (en soles)
Enero	12 323,40	34711,94	37 969,60	85 004,94
Febrero	10 399,84	39 088,32	49 539,84	99 028,00
Marzo	7 877,40	32 816,19	37 689,92	78 383,51
Abril	10 291,92	32 530,43	71 821,52	114 643,87
Mayo	14 023,52	28 624,64	25 054,16	67 702,32
Junio	12 809,04	32 273,86	32 398,80	77 481,70
Julio	9 801,72	31 459,14	34 762,40	76 023,26
Agosto	14 199,84	33 866,82	39 184,08	87 250,74
Septiembre	13 315,96	30 960,58	37 866,24	82 142,78
Octubre	9 536,48	32 329,79	36 559,04	78 425,31
Noviembre	11 673,60	27 409,86	45 726,16	84 809,62
Diciembre	11 637,12	27 464,58	32 681,52	71 783,22
Total	137 889,84	383 536,128	481 253,00	1 002 679

Fuente: Empresa

En la tabla anterior se muestra el impacto económico de producción rechazada en soles, que fluctúa entre 67 702,3 soles a 114 644 soles por mes, con un promedio de 83 556, 6 soles mes. Fue necesario calcular el porcentaje de eficacia comparando la producción total vs la rechazada.

Tabla 30. % Producción rechazada por mes en el año 2019

Mes / Tipo	Producción total	Producción rechazada	% Producción rechazada	Eficacia
Enero	133 392	69 741	52%	48%
Febrero	134 112	78 421	58%	42%
Marzo	134 640	62 148	46%	54%
Abril	134 640	87 545	65%	35%
Mayo	134 688	58 475	43%	57%
Junio	134 712	64 710	48%	52%
Julio	134 736	61 638	46%	54%
Agosto	134 736	72 314	54%	46%
Septiembre	134 736	67 894	50%	50%
Octubre	135 000	63 187	47%	53%
Noviembre	135 720	67 984	50%	50%
Diciembre	135 840	59 399	44%	56%
Total	1 616 952	813 456	50%	50%

Fuente: Empresa.

En la tabla anterior se muestra que el porcentaje de eficacia fluctúa entre el 35% al 57% durante el período estudiado. En promedio se cuenta con una eficacia 50% mes.

Se resume en la siguiente tabla N°31 los principales indicadores que nacen de la falta de control de la calidad en el proceso.

Tabla 31. Resumen de indicadores causa Falta de control de la calidad

Ítem	Indicador
Producción rechazada promedio mes en pies tablares	67 778 pies tablares mes
Producción rechazada promedio mes en soles	83 556,6 soles
Eficacia de producción promedio mes en porcentaje	50%

Fuente: Empresa. Elaboración propia.

Es por ello, que es necesario implementar el área y el proceso de control de calidad para mejorar la situación y por ende los indicadores previamente mostrados.

B. Causa N°2: Método empírico de trabajo

Una de las causas que conllevan al problema de no alcanzar los estándares de calidad de la madera aserrada y por ende obtener producción rechazada, es el método empírico de trabajo que se realiza en las operaciones claves para obtener una madera aserrada de calidad.

Es por ello que se evidencia el método empírico en cada una de estas etapas a través de la herramienta 5WH, que permite encontrar puntos ciegos en todo proceso debido a diferentes preguntas como el qué se hace, cómo se hace, quién lo hace, dónde se hace y cuándo se hace . De esta manera quedan descubiertas los métodos actuales y así poder mejorarlos en la etapa de propuesta con el fin de poder alcanzar los estándares de calidad.

A continuación se presentan los 5WH para cada etapa del proceso productivo de madera aserrada de la empresa. (Ver tablas N°32, 33, 34, 35 y 36.)

Tabla 32. 5WH para la etapa de cubicado

Etapa: Cubicado		
¿Qué se hace?		
Se toma cada pieza de madera para ser cubicada	¿Por qué se hace?	Porque se necesitan tener piezas cubicadas a partir de 150 pies tablares.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, es un proceso crítico. De no realizarse correctamente se tendrá piezas rechazadas.
	¿Cuál es la finalidad?	Obtener la cantidad de piezas con dimensiones requeridas por el cliente.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Realizar la cubicación de la madera haciendo uso de las NTP para madera aserrada.
¿Dónde se hace?		
Se realiza en un espacio ubicado cerca área de recepción.	¿Por qué se hace ahí?	Porque se proceden a seleccionar por especie lo requerido por el cliente, teniendo en cuenta el dimensionamiento y la conversión a pie tablar.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	Sí
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	Ese lugar es apropiado porque se encuentra cerca del almacén de materia prima.
¿Cuándo se hace?		
Después de la etapa de recepción de la madera	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque las trozas que ingresan deben ser previamente cubicadas y marcadas según el tipo de especie y medidas requeridas por el cliente.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	No
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No.
¿Quién lo hace?		
Los operarios del área de cubicado	¿Tiene las calificaciones apropiadas? ¿Se le ha capacitado en el último año?	No
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Personal con conocimientos técnicos, proactividad, honestidad y responsabilidad.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Personal con las calificaciones previamente descritas.
¿Cómo se hace?		
Este proceso es manual, los trabajadores se encargan de tomar la madera descortezada, conocida por ellos como cartones, proceden a seleccionarlas, levantarlas, para marcarlas y medir.	¿Por qué se hace así?	Porque es la manera en que empíricamente se trabajan, no tienen un trabajo estandarizado, ni un método adecuado de trabajo
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se mejoraría, si se logra estandarizar el proceso y se contratará persona encargada de inspeccionar y apoyar a operarios del área.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. 5WH para la etapa de aserrado

Etapa: Aserrado		
¿Qué se hace?		
Se toma cada pieza de madera para ser aserrada	¿Por qué se hace?	Porque se necesitan tener piezas aserradas
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, es un proceso crítico. De no realizarse correctamente se tendrá productos rechazados.
	¿Cuál es la finalidad?	Obtener la cantidad de piezas aserradas cumpliendo lo requerido por el cliente.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Realizar el aserrado de las piezas cumpliendo los estándares de calidad de la Norma Técnica Peruana para madera aserrada.
¿Dónde se hace?		
Se realiza en un espacio donde está ubicada la máquina sierra cinta estacionaria o tableadora.	¿Por qué se hace ahí?	Porque se proceden a levantar las piezas y colocarlas sobre la mesa o rodillos de la sierra cinta y regular el espesor del aserrado.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	Sí
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar que proteja el producto en proceso.
¿Cuándo se hace?		
Después de la etapa de cubicación	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es lo que sigue del proceso.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?		
El operario del área de aserrado	¿Tiene las calificaciones apropiadas? ¿Se le ha capacitado en el último año?	No, el operario no ha sido capacitado, ni tiene estandarizadas las operaciones que debe realizar
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Fuerza, precisión, paciencia.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un operario capacitado y con experiencia laboral, consciente que lo primordial debe ser la calidad.
¿Cómo se hace?		
Este proceso es manual, los trabajadores se encargan de tomar la madera descortezada, conocida por ellos como cartones, proceden a levantarlas y colocarlas sobre la mesa o rodillos de la sierra cinta y regular el espesor del aserrado.	¿Por qué se hace así?	Siempre lo han realizado de esa forma y asumen que es correcto. No tienen capacitación.
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se debe estandarizar la etapa con procedimientos y el diseño de un puesto de trabajo que permita realizar seguimiento y control a esta etapa crítica del proceso.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. 5WH para la etapa de cortado

Etapa: Cortado		
¿Qué se hace?		
Se toma cada pieza de madera para ser cortada	¿Por qué se hace?	Porque se necesitan tener piezas cortadas longitudinalmente.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, es obligatorio hacerlo.
	¿Cuál es la finalidad?	Obtener la cantidad de piezas cortadas requeridas por el cliente.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Proteger el producto
¿Dónde se hace?		
En un espacio donde está ubicada la máquina de sierra circular	¿Por qué se hace ahí?	Porque siempre lo hacen al terminar de aserrarlo.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	Sí
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar que proteja el producto en proceso.
¿Cuándo se hace?		
Después de la etapa de aserrado.	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es lo que sigue del proceso.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?		
Los operarios del área de cortado	¿Tiene las calificaciones apropiadas? ¿Se le ha capacitado en el último año?	Sí
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Honestidad, precisión y fuerza
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un operario que cuente con capacitación adecuada del procedimiento.
¿Cómo se hace?		
Este proceso es mecanizado, los trabajadores se encargan de tomar la pieza madera haciendo cortes longitudinales.	¿Por qué se hace así?	Se realiza de forma empírica, es el método que siempre han usado
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se podría mejorar estandarizando las herramientas que usa.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. 5WH para la etapa de secado

Etapa: Secado		
¿Qué se hace?		
Se toma el lote de piezas maderas para ser secada al aire libre	¿Por qué se hace?	Porque se necesitan tener piezas secas.
	¿Es necesario hacerlo?	No es obligatorio hacerlo.
	¿Cuál es la finalidad?	Obtener la cantidad de piezas secas requeridas por el cliente.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Apilamiento de piezas para su secado en un área estratégica.
¿Dónde se hace?		
En un espacio donde está ubicada la máquina de sierra circular	¿Por qué se hace ahí?	Porque evita el transporte de un lugar a otro para secarlo.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	Sí
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar que proteja el producto en proceso.
¿Cuándo se hace?		
Después de la etapa de cortado.	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es necesario que las piezas tengan un porcentaje mínimo de humedad para el proceso siguiente
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	No
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	Si
¿Quién lo hace?		
Los operarios del área de secado	¿Tiene las calificaciones apropiadas? ¿Se le ha capacitado en el último año?	No
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Honestidad, criterio y responsabilidad
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Personal con las calificaciones previamente descritas.
¿Cómo se hace?		
Este proceso no es mecanizado, los trabajadores se encargan de tomar las piezas maderas colocándolas al aire libre de manera desordenada en planta.	¿Por qué se hace así?	Porque es la forma empírica que realizan su trabajo
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Haciendo uso de andamios y escaleras.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. 5WH para la etapa de cepillado

Etapa: Cepillado		
¿Qué se hace?		
Se toma cada pieza de madera para ser cepillada	¿Por qué se hace?	Porque es necesario para poder presentar y proteger el producto para la venta
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, es obligatorio hacerlo.
	¿Cuál es la finalidad?	Obtener la cantidad de piezas cepilladas requeridas por el cliente.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Ninguna
¿Dónde se hace?		
En un espacio donde está ubicada la máquina cepilladora regruesadora	¿Por qué se hace ahí?	Porque siempre se realiza con la pieza seca.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	Sí
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un espacio definido con las condiciones correctas para poder realizar un correcto pesado y sellado.
¿Cuándo se hace?		
Después de la etapa de secado.	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque el proceso finaliza con el cepillado del producto.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
¿Quién lo hace?		
Los operarios del área de cepillado	¿Tiene las calificaciones apropiadas? ¿Se le ha capacitado en el último año?	No, el operario no está capacitado para realizar ese trabajo, por lo que demora mucho tiempo.
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Criterio, precisión y responsabilidad
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Personal con las calificaciones previamente descritas.
¿Cómo se hace?		
Este proceso es mecanizado, los trabajadores se encargan de tomar la pieza madera haciendo cortes longitudinales.	¿Por qué se hace así?	Porque es la manera empírica en la que han trabajado siempre.
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se podría estandarizar el proceso y dar pautas de cómo realizarse la actividad, ello con la finalidad de preservar la integridad del trabajador

Fuente: Elaboración propia

Como se pudo evidenciar en los anteriores cuadros 5WH, en las diferentes etapas (cubicado, aserrado, cortado, secado y cepillado) se cuenta con personal no capacitado, procesos realizados de manera empírica, una ausencia total de controles de la calidad, así como muchas oportunidades de mejora por trabajar. A continuación en la tabla N°37 se presenta el indicador que se obtiene de la causa del método empírico de trabajo.

Tabla 37. Resumen de indicadores causa métodos empíricos de trabajo

Ítem	Indicador
Procedimientos elaborados y aprobados	0%

Fuente: Empresa. Elaboración propia

C. Causa N°3: Personal no capacitado

Se evidenció con la herramienta 5WH que el personal no había recibido capacitación en el último año. Asimismo, en el período estudiado no se había realizado una evaluación de desempeño. En la siguiente tabla N°38 se presenta el detalle de los operarios que forman parte del área de producción de madera aserrada.

Tabla 38. Detalle de operarios

Área	Operario	Nivel de estudios	¿Recibió capacitación en el último año? (evidencia del 5WH)
Cubicación	Operario 1	Secundario	No
Cubicación	Operario 2	Secundario	No
Aserrado	Operario 3	Secundario	No
Aserrado	Operario 4	Secundario	No
Cortado	Operario 5	Secundario	No
Cortado	Operario 6	Secundario	No
Secado	Operario 7	Secundario	No
Secado	Operario 8	Secundario	No
Cepillado	Operario 9	Secundario	No
Cepillado	Operario 10	Secundario	No

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la tabla N°39 se presenta los indicadores que se obtienen del personal no capacitado.

Tabla 39. Resumen de indicadores causa personal no capacitado

Ítem	Indicador
Personal operario de planta	10
Porcentaje de personal capacitado en el último año	0%

Se interpreta de la tabla anterior que los operarios no han recibido ninguna capacitación en el período de estudio.

D. Causa N°4: Layout con tiempos de transportes elevados.

Las distancias largas en la planta se debe a que la empresa no tiene definidas sus áreas de trabajo, lo cual genera un ambiente de trabajo incómodo para el operario, debido a que su distribución desde los inicios fue empírica y en base a conocimientos adquiridos por el dueño de la empresa. Los almacenes de materiales y herramientas son ubicados en los espacios que tengan disponibles, sin tomar en cuenta criterios importantes como los tiempos improductivos de transporte de un área a otra que se generan, los cuales son elevados por una mala distribución. A continuación en la tabla N°40 se presentan los tiempos de transporte entre áreas y las distancias.

Tabla 40. Tiempos de transporte y distancias

N°	Actividades	Tiempo (min)	Distancia (m)
1	Carga de materia prima hacia cubicado	1,17	26,50
2	Transporte hacia aserrado	1,48	8
3	Transporte hacia cortado	1,23	7
4	Transporte hacia secado	1,51	9
5	Transporte hacia cepillado	1,13	11
	Total	6,52	61,50

Fuente: Empresa

A continuación en la tabla N°41 se presenta los indicadores que se obtienen de la causa de layout con tiempos improductivos.

Tabla 41. Resumen de indicadores causa layout inadecuado

Ítem	Indicador
Total tiempos de transporte por 150 pies tablares.	6,52 minutos
Total de distancia a lo largo del proceso de madera aserrada	61,5 metros

Fuente: Empresa. Elaboración propia.

E. Causa N°5: Falta de orden, limpieza y medidas de seguridad

Se observó en la empresa que las condiciones de trabajo son inseguras dentro de las instalaciones (no hay uso de EPP's,) esto genera malestar y exposición en los trabajadores, así mismo, dificulta el flujo de actividades, causando baja producción y como consecuencia un bajo nivel de servicio. Asimismo, no se cuenta con un procedimiento que indique cuando debe ordenarse y limpiarse la planta, prestándose muchas veces a que cuando todo recién este acumulado se hagan esfuerzos por mantener la limpieza de las áreas. A continuación se observa en las siguientes figuras, el desorden en el área de trabajo que genera como resultado movimientos de herramientas y de producto terminado innecesarios.



Figura 37. Materia prima ubicada en un lugar inadecuado

Fuente: Empresa.



Figura 38. Residuos colocados en cualquier parte de la planta
Fuente: Empresa.



Figura 39. Desorden y acumulación de residuos en distintas áreas de la planta.
Fuente: Empresa.

En la siguiente tabla N°42 se muestra una lista de verificación del proceso productivo, en dónde se analiza el porcentaje de cumplimiento de criterios en relación a la clasificación, organización, limpieza, estandarización, mejora continua y consideraciones de seguridad.

Tabla 42. Lista de verificación 5S.

Área:	Producción	Fecha:	21/08/2019	
Realizado por:	Cinthia Fiorella Cadenillas A.			
ÍTEM	Criterio a verificar	Sí	No	Observación
1	¿El área de producción presenta elementos rotos, deteriorados u obsoletos?	x		En el área de producción se tiene una máquina obsoleta
2	¿El área de producción a simple vista es agradable? ¿Es decir, no se encuentran materiales de grasa, basura o polvo?		x	
3	¿Las áreas de producción tienen exceso de materia prima, productos terminados y otros materiales?	x		Se observa acumulación de materia prima y merma debido a mala distribución y orden de la planta.
4	¿Las condiciones de trabajo son seguras? Por ejemplo: No hay pisos mojados, objetos que puedan caer o tropezarse con alguno.		x	Hay pisos mojados por la máquina aserradora y desorden en la ubicación de todas las máquinas.
5	¿Hay espacios libres usados adecuadamente? Por ejemplo: ¿No hay productos terminados, materiales o herramientas en los pasillos del área de producción?		x	
6	¿El personal tiene hábito de mantener su área de trabajo limpia?		x	
7	¿Los trabajadores usan equipos de protección personal? (¿zapatos de seguridad, guantes, respiradores?)		x	Uno de los operarios del área de cubicado usa los zapatos de seguridad, los demás trabajadores no conocen la importancia del uso ellos y otros EPP's.
8	¿Las zonas de salidas de emergencia y evacuación, son visibles?		x	
9	¿Hay señalización de riesgos laborales en el área de producción?	x		La señalización se muestra deteriorada.
10	¿Cada elemento en el área de trabajo tiene un lugar asignado?	x		
11	¿Los espacios de almacenamiento son más grandes de lo que ocupa el espacio?		x	
12	¿Los baños están en condiciones óptimas (sin malos olores, sin fuga de agua, entre otros)?		x	
13	¿Las instalaciones, mobiliarios y equipos están en buen estado?		x	

Fuente: Elaboración propia

En total se ha cumplido el 69,23% criterios del cuestionario anterior. Es necesario tomar acción ante las oportunidades de mejora. A continuación se presenta en la tabla N°43 los indicadores que se obtienen de la causa de falta de orden, limpieza y condiciones de seguridad.

Tabla 43. Resumen de indicadores causa falta de orden, limpieza y SST.

Ítem	Indicador
Porcentaje de cumplimiento de criterios	69, 23%

Fuente: Elaboración propia

De manera general según lo demostrado anteriormente en la empresa, el término estándar está siendo asociado preferentemente a la definición de niveles óptimos de cumplimiento de ciertos criterios de calidad en el proceso productivo. Por lo que se ha evidenciado que se genera pérdidas debido a que no se logra alcanzar el estándar de calidad basado en el cumplimiento de la documentación, en este caso la Norma Técnica Peruana para madera aserrada.

A continuación se muestra en la siguiente tabla N°44 en la primera columna el indicador que es definida por la empresa, en la segunda columna el estándar que está asociada al indicador y en la tercera columna la calificación para adjetivar los grados de cumplimiento.

De acuerdo a la nomenclatura sugerida, la empresa cuenta con un estándar de calidad del 0%, lo que significa que el nivel de cumplimiento actual es pobre. Por lo que la empresa aspira y fija lograr alcanzar un estándar de calidad de $\geq 95\%$, con un cumplimiento excelente.

Tabla 44. Indicador de estándar de calidad en la empresa

Indicador	Estándar de calidad (%)	Calificación
Porcentaje de cumplimiento de la Norma Técnica Peruana para madera aserrada en el proceso productivo de la Corporación Maderera Ferpesi S.A.C	$\geq 95\%$	Excelente
	80% - 94%	Bueno
	60% - 79%	Regular
	40% -59%	Menos que regular
	0% -39%	Pobre

F. Cuadro resumen de indicadores

A continuación se presenta el cuadro resumen de indicadores, resumiendo todos los mostrados previamente. (Ver tabla N°45)

Tabla 45. Cuadro resumen de indicadores

NOMBRE DE INDICADOR		SITUACIÓN ACTUAL
Lote		150 pies tablares
Cuello de botella (min)		12,74
Tiempo promedio (min)		57,96
Días trabajados mes		26 días
Cantidad de trabajadores		10
Producción	Producción teórica (Pie tablar/día)	6357
	Producción promedio (Pie tablar/día)	5182,54
	Producción real (Pie tablar / día)	5224,62
Productividad	Productividad de materiales (pie tablares obtenidos /pie tablares ingresados)	0,51
	Productividad de M.O (pies tablares/operario)	518,2
	Productividad económica (pies tablares/S./día)	0,474
	Productividad suministros (pies tablares/S./energía y agua)	28,31
Costos de producción	Costos de M.O (S./día)	455,77
	Costos de materiales (S./día)	10328,79
	Costos de suministro(S./día)	183,040
	Costo total de producción(S./día)	10 967,60
Eficiencia	Eficiencia económica	1,364
	Eficiencia de la planta	81,5%
Capacidad	Capacidad teórica (pies tablares/día)	6357
	Capacidad real (pies tablares/día)	5 182,54
Calidad	Producción rechazada promedio mes en pies tablares	67 778
	Producción rechazada promedio mes en soles	83 556,6
Impacto económico	Eficacia de producción promedio mes en porcentaje	50%
Eficacia		
Actividades productivas		88,75%
Actividades improductivas		11,25%
Procedimientos elaborados y aprobados		0%
Personal capacitado		0%
Total tiempo de transportes por unidad de estudio de 150 pies tablares		6,52 minutos
Total distancia por unidad de estudio de 150 pies tablares		61,5 metros
Porcentaje de cumplimiento 5S		69,23%

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Matriz de consistencia

A continuación en la tabla N°46 se presenta la matriz de consistencia del estudio de investigación.

Tabla 46. Matriz de consistencia

Área	Problema	Causas	Metodologías	Técnicas	Logros	Indicador
Producción	No se logra alcanzar estándares de calidad de madera aserrada	Falta de control de calidad	Control de la Calidad	Plan de control de la calidad de acuerdo a NTP de madera aserrada	Control de la calidad de madera aserrada adecuado	Producción rechazada por defectos: S/.11 490/mes y 15 119,5 pies tablares/mes. Producción rechazada por dimensionamiento inadecuado: S/.31 961/mes y 26 284 pies tablares/mes. Producción descartada: S/.40 104,44/mes y 26 384,5 pies tablares/mes.
		Método empírico de trabajo	Gestión de la calidad	Procedimientos e instructivos de procesos de acuerdo a NTP de madera aserrada	Procesos mapeados y estandarizados	Eficacia de producción: 50% Procedimientos aprobados: 0%
		Personal no capacitado	Dirección de personas	Capacitación al personal	Personal con las competencias necesarias	Personal capacitado: 0%
		Layout con tiempos de transportes elevados	Distribución de plantas	Layout de distribución de planta	Layout con bajos tiempos de transporte	Actividades improductivas y productivas: 11,25% y 88,75% Distancia total a lo largo del proceso: 61,5 metros.
		Desorden y falta de limpieza en planta	Lean Manufacturing	5S	Orden, clasificación y limpieza en espacios de planta	%Cumplimiento de 5S :69,23%

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Priorización de factores vs mejoras

Se realizó una matriz de enfrentamiento en donde se compararon las causas explicadas previamente, permitiendo evaluar su importancia frente a otra, obteniendo así una prioridad para las causas a tratar. Para ello, se utilizó escala de valoración en donde el valor es 1 cuando el factor de priorización es más importante que el factor comparado y 0 cuando es menos importante. A continuación en la tabla N°47 se presenta la matriz de enfrentamiento de las causas.

Tabla 47. Matriz de enfrentamiento de causas

Crterios	Falta de control de calidad	Método empírico de trabajo	Personal no capacitado	Layout con tiempos de transportes elevados	Desorden y falta de limpieza en planta	Total	%	Orden
Falta de control de calidad		1	1	1	1	4	40%	1
Método empírico de trabajo	0		1	1	1	3	30%	2
Personal no capacitado	1	0		0	1	2	20%	3
Layout con tiempos de transportes elevados	0	0	0		1	1	10%	4
Desorden y falta de limpieza en planta	0	0	0	0		0	0%	5
Total						10	1	

Fuente: Elaboración propia

En base a la matriz anterior se asegura que las causas que debemos priorizar van en el siguiente orden:

- Falta de control de calidad
- Método empírico de trabajo
- Personal no capacitado
- Layout con tiempos de transportes elevados
- Desorden y falta de limpieza en planta

Es importante ahora plantear diferentes propuestas según antecedentes e investigaciones previas que nos permitan reducir y/o eliminar las causas que conllevan al problema de no alcanzar estándares de calidad. Para ello, se utilizó la herramienta de análisis de factores

ponderados en dónde en las columnas se encuentran las posibles herramientas a utilizar y como filas las causas en el orden previamente establecido. Los criterios utilizados para la calificación fueron los siguientes.

Tabla 48. Criterios de calificación

Criterios	
2	Deficiente
4	Regular
6	Muy bueno
8	Bueno
10	Excelente

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta en análisis de factores ponderados para las propuestas de solución correspondiente.

Tabla 49. Análisis de factores ponderados para propuestas de solución

Causa	Propuesta Pond.	Control de la Calidad		Gestión de la Calidad		Dirección de personas		Distribución de plantas		Lean Manufacturing 5S	
		Calif.	Puntos	Calif.	Puntos	Calif.	Puntos	Calif.	Puntos	Calif.	Puntos
Método empírico de trabajo	30%	10	3	10	3	8	2,4	8	2,4	8	2,4
Personal no capacitado	20%	10	2	8	1,6	6	1,2	8	1,6	6	1,2
Falta de control de calidad	40%	10	4	10	4	10	4	8	3,2	8	3,2
Layout con tiempos de transportes elevados	10%	6	0,6	6	0,6	8	0,8	10	1	8	0,8
Desorden y falta de limpieza en planta	0%	8	0	6	0	8	0	8	0	10	0
Total	100%		9,6		9,2		8,4		8,2		7,6

Fuente: Elaboración propia

En base a lo anterior, se concluye que el orden de las propuestas a realizar será el siguiente:

1. Propuesta de implementación del área de control de calidad.
2. Propuesta de implementación de gestión de la calidad.
3. Programa de dirección de personas.
4. Propuesta de nueva distribución de planta.
5. Propuesta Lean Manufacturing 5S.

3.2 Objetivo 2: Propuestas de mejora del proceso productivo.

3.2.1 Propuesta de implementación del área de control de calidad.

Esta propuesta se basa en implementar un área de control de la calidad en la empresa. Para ello, se recurrió a la metodología del diseño de puestos de trabajo, cuyo resultado se presenta en la siguiente tabla N°50.

Tabla 50. Diseño del puesto de trabajo de control de calidad

Puesto	Control de Calidad
Colaboradores involucrados	1 Supervisor de calidad y 1 analista de calidad
Herramientas del puesto	Flexómetro y wincha métrica.
Horario propuesto de trabajo	Turno mañana: 8am – 12:00 pm Turno tarde: 2:00pm- 7:00pm
Ritmo de trabajo propuesto	El ritmo de trabajo será flexible, es decir, la labor del supervisor de calidad será identificar los requisitos para la clasificación por defectos de la madera aserrada, elaborar cronogramas de trabajo, así como el informe de mejora continua para la toma de decisiones. Por otro lado el rol del analista consistirá en realizar el control durante el proceso del lote cubicado, para conocer qué deficiencias tuvo al pasar al siguiente proceso, ya que con ello se puede justificar el producto terminado defectuoso que se evitarían fabricar, tomando medidas correctivas.
Pausas y comidas propuestas	Almuerzo: 12:00 pm - 2:00 pm Anotación: No se realizarán pausas activas durante esta actividad ya que son alternas durante el día.
Rotación de turnos	Esta actividad se realizará en los 2 turnos de 4,5 horas.
Perfil y calificaciones de los colaboradores:	Perfil Supervisor de Calidad: - Haber culminado sus estudios superiores. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Experiencia mínima de 2 años en empresas similares. - Honesto, Juicioso y proactivo. Perfil Asistente de Calidad: Haber culminado sus estudios superiores. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Experiencia mínima de 1 año en empresas similares. - Polivalente, responsable y proactivo.
Mobiliario / Útiles de oficina	Dos escritorios en una oficina. Dos tableros, lapiceros y formatos. Bidón de agua.
Disposiciones de SST	Supervisor de calidad: Colaborador con zapatos de seguridad, polo manga larga, taponeras, respirador de una vía para partículas. Asistente de calidad: Colaborador con zapatos de seguridad, polo manga larga, taponeras, respirador de una vía para partículas.
Código de procedimientos e instructivos	Propuesta de Implementación del proceso de control de calidad

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Propuesta de implementación del proceso de control de la calidad

Es clave que el puesto de trabajo esté acompañado de un proceso de control de la calidad. A continuación se presenta la caracterización del proceso (Ver tabla N°51).

Tabla 51. Caracterización del proceso de control de la calidad

Proceso		Tipo de proceso		Responsable de proceso	
Control de calidad		Operativo		Supervisor de Calidad	
Objetivo del proceso					
Asegurar que la madera aserrada de tornillo cumpla con los estándares de calidad según los requisitos de las normas técnicas peruanas para madera aserrada y cepillada.					
Entrada		(1) Actividades	Salida		
(5) Proveedor	(3) Entrada		(2) Salida	(4) Cliente Del Proceso	
Planear					
INACAL	Requisitos según N.T.P. para madera aserrada y cepillada	Elaborar un plan de control de la calidad (Cronograma y procedimientos)		Plan de control de la calidad de madera aserrada (Cronograma y procedimientos)	Proceso de control de la calidad
Hacer					
Proceso de control de la calidad	Plan de control de la calidad de madera aserrada (Cronogramas y procedimiento)	Ejecutar el plan de control de la calidad		Reporte de control de la calidad	Proceso de producción de madera aserrada
Verificar					
Proceso de control de la calidad	Reporte de control de la calidad	Revisar documentación y comparar resultados del plan de control de la calidad con los requisitos según N.T.P para madera aserrada y cepillada.		Informe de control de calidad	Proceso de control de la calidad
Actuar					
Proceso de control de la calidad	Informe de control de calidad	Desarrollar las propuestas de mejora designadas en el informe de control bajo el cumplimiento de la documentación según N.T.P para madera aserrada y cepillada en el proceso productivo.		Informe del desarrollo de mejoras en el proceso productivo. (Evidencias y documentación generada)	Proceso de control de la calidad
Identificación de los recursos					
Recursos Humanos	Maquinaria - Equipos	Infraestructura	Tecnología	Ambiente de trabajo	
Supervisor de calidad y asistente.	Flexómetro y wincha métrica	Oficina de control de calidad	Computador	Organización Matricial y clima laboral saludable	
Documentación					
<ul style="list-style-type: none"> - Norma técnica peruana para la clasificación por defectos de madera aserrada NTP 251.101, 1988 (revisada en 2011). - Norma técnica peruana para la clasificación y medición de defectos de la madera aserrada NTP 251.102, 1991 (revisada en 2011). - Norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada por grados de calidad NTP 251.118, 1991 (revisada en 2011) - Norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada por rendimientos NTP 251.115, 1990 (revisada en 2011) - Norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural NTP 251.103, 1998 (revisada en 2011) - Norma técnica peruana para la clasificación visual y de requisitos de la madera aserrada para uso estructural NTP 251.104, 1988 (revisada en 2011) 					
Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Cynthia Fiorella Cadenillas Acostupa.		Gerente general		Empresa Corporación maderera FERPESI S.A.C	

3.2.2.1 Plan de control de la calidad para la madera aserrada y cepillada

En base a la caracterización del proceso de control de la calidad previamente presentado, se muestra el plan de control de la calidad elaborado a continuación en la tabla N°52.

Tabla 52. Plan de control de la calidad para la madera aserrada y cepillada

<p>1. Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que la madera aserrada de tornillo cumpla con los estándares de calidad según los requisitos de las normas técnicas peruanas para madera aserrada y cepillada.
<p>2. Objetivos específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que la madera aserrada de tornillo cumpla con los requerimientos de la NTP 251.101 (clasificación por defectos de madera aserrada). - Asegurar que la madera aserrada de tornillo cumpla con los requerimientos de la NTP 251.102 (la clasificación y medición de defectos de la madera aserrada). - Asegurar que la madera aserrada de tornillo cumpla con los requerimientos de la NTP 251.118 (clasificación de la madera aserrada por grados de calidad). - Asegurar que la madera aserrada de tornillo cumpla con los requerimientos de la NTP 251.115 (clasificación de la madera aserrada por rendimientos). - Asegurar que la madera aserrada de tornillo cumpla con los requerimientos de la NTP 251.103 (la clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural). - Asegurar que la madera aserrada de tornillo cumpla con los requerimientos de la NTP 251.104 (clasificación visual y de requisitos de la madera aserrada).
<p>3. Estrategias.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar procedimientos de control de calidad que agrupe a las diferentes normas técnicas peruanas de la madera aserrada y cepillada. - Elaborar cronograma anual de implementación de plan de control de la calidad de madera aserrada y cepillada. - Dar cumplimiento a los procedimientos y cronogramas.
<p>4. Responsables.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Supervisor de calidad, el cual es el profesional encargado de dar seguimiento al cumplimiento del proceso de control de calidad, desde un punto de vista estratégico. - Asistente de calidad, el cual es el profesional encargado de apoyar en las labores designadas por el supervisor de calidad, desde un punto de vista operativo.

5. Base normativa.

- Norma técnica peruana para la clasificación por defectos de madera aserrada NTP 251.101, 1988 (revisada en 2011).
- Norma técnica peruana para la clasificación y medición de defectos de la madera aserrada NTP 251.102, 1991 (revisada en 2011).
- Norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada por grados de calidad NTP 251.118, 1991 (revisada en 2011)
- Norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada por rendimientos NTP 251.115, 1990 (revisada en 2011)
- Norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural NTP 251.103, 1998 (revisada en 2011)
- Norma técnica peruana para la clasificación visual y de requisitos de la madera aserrada para uso estructural NTP 251.104, 1988 (revisada en 2011)

6. Cronograma de ejecución.

- Visualizar cronograma dispuesto.

Elaborado por: Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.

Aprobado por: Gerente general – FERPESE.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla N°53 se presenta el procedimiento para dar cumplimiento a la norma técnica peruana para la clasificación por defectos de madera aserrada NTP 251.101, 1988 y la norma técnica peruana de clasificación y medición de defectos de la madera aserrada NTP, 251,102,1991 (revisada en 2011).

Tabla 53. Procedimiento para la clasificación de defectos y medición de la madera aserrada.

Código: PCC-001	Versión: 001	Fecha: 15/09/2019
1. Objetivo		
El presente procedimiento establece las definiciones y la clasificación de los defectos que se presentan en la madera aserrada, su medición y sus grados de calidad.		
2. Alcance		
Este procedimiento tiene alcance en la etapa de cubicación de planta.		
3. Definición de términos		
Grieta: Es la separación de las fibras a lo largo del grano, formando aberturas o fisuras que no llegan a afectar la superficie opuesta donde se presenta; puede localizarse en la cabeza, cara o canto de la pieza.		
Acebolladura: Es la separación de la fibra entre dos anillos de crecimiento consecutivo.		
Rajadura: Es la separación de la fibra a lo largo del grano formando aberturas o fisuras que se extienden de una superficie a otra.		
Corteza incluida: Es aquella que ha sido parcial o totalmente encerrada en la madera durante el crecimiento del árbol.		
Duramen quebradizo: Parte interna del leño constituida por elementos celulares sin actividad vegetativa envueltas por la albura. Se caracteriza por tener una coloración más oscura que la albura.		
Fracturas o fallas de comprensión: Son deformaciones o roturas de la fibra que aparecen en la superficie de la pieza como finas grietas transversales al grano.		
Grano inclinado: Es aquel que forma un ángulo mayor de 3 % con el eje longitudinal de la pieza.		
Médula incluida: Parte central del tronco, de pequeño diámetro, conformada por tejido menos resistente que los del leño que lo circunda.		
Nudos: Tejido leñoso, resultante de una rama incluida en la pieza de madera cuyas propiedades y características organolépticas son diferentes a la madera circundante. Puede localizarse en la cara, canto o arista de la pieza.		
Mancha: Cambio de color de la madera como resultado de la acción del medio ambiente, del contacto con agentes químicos o metálicos, de ataque por hongos cromógenos u otras causas.		
Moho: Son hongos que se desarrollan en la superficie húmeda de la madera.		
Pudrición: Los hongos de pudrición son aquellos que atacan la pared celular de la madera provocando su rotura y descomposición. Es decir, que se alimentan de la celulosa o lignina (dependiendo del caso) que hay en la madera.		
Perforaciones grandes: Perforación de madera por el ataque de insecto xilófago con diámetro entre 3 mm y como máximo 10 mm.		

Perforaciones pequeñas: Son aquellos producidos por ataque de insecto xilófago, cuyo diámetro es igual o menor a 3 mm.

Arista faltante: Es la discontinuidad de una o más aristas de la pieza debido a falta de madera.

Defecto por aserrío: Variación de las dimensiones de una pieza de madera por encima de los estándares permitidos como resultado de una operación de aserrío mal realizada. Los principales defecto de aserrío son el descalibrado0 (la falta de medida y la sobre medida) y la marca de sierra.

Grano inclinado: Es aquel que forma un ángulo mayor de 3 % con el eje longitudinal de la pieza.

Alabeos: Deformación que experimenta una pieza de madera por la curvatura de sus ejes, bien sean longitudinales y transversales. Se clasifica en: abarquillado, arqueadura y acebolladura.

Abarquillados: Curvatura de la cara en la dirección transversal de la tabla.

Arqueadura: Curvatura a lo largo del eje de la tabla en un plano perpendicular a la cara.

Encorvadura: Es la curvatura de canto en la madera, deja un espacio entre el piso y la parte central de la madera debido a un proceso de secado.

Colapso: Deformación de la madera que ocurre al principio del secado caracterizado por el arrugamiento de la superficie de la pieza, presencia de grietas internas y alteración de forma de los elementos.

Torcedura: Es la deformación simultanea de la pieza de madera en las direcciones longitudinal y transversal.

4. Responsabilidades

Supervisor de calidad (Estratégica y operativa)

Asistente de calidad (Operativa)

5. Documentación base (NTPS - citas)

Norma Técnica Peruana 251.101

Norma Técnica Peruana 251.102

6. Descripción de actividades

6.1 Identificación de requisitos. Supervisor de calidad identifica los requisitos para la clasificación por defectos y medición de la madera aserrada en base a los Anexos 1 y 2.

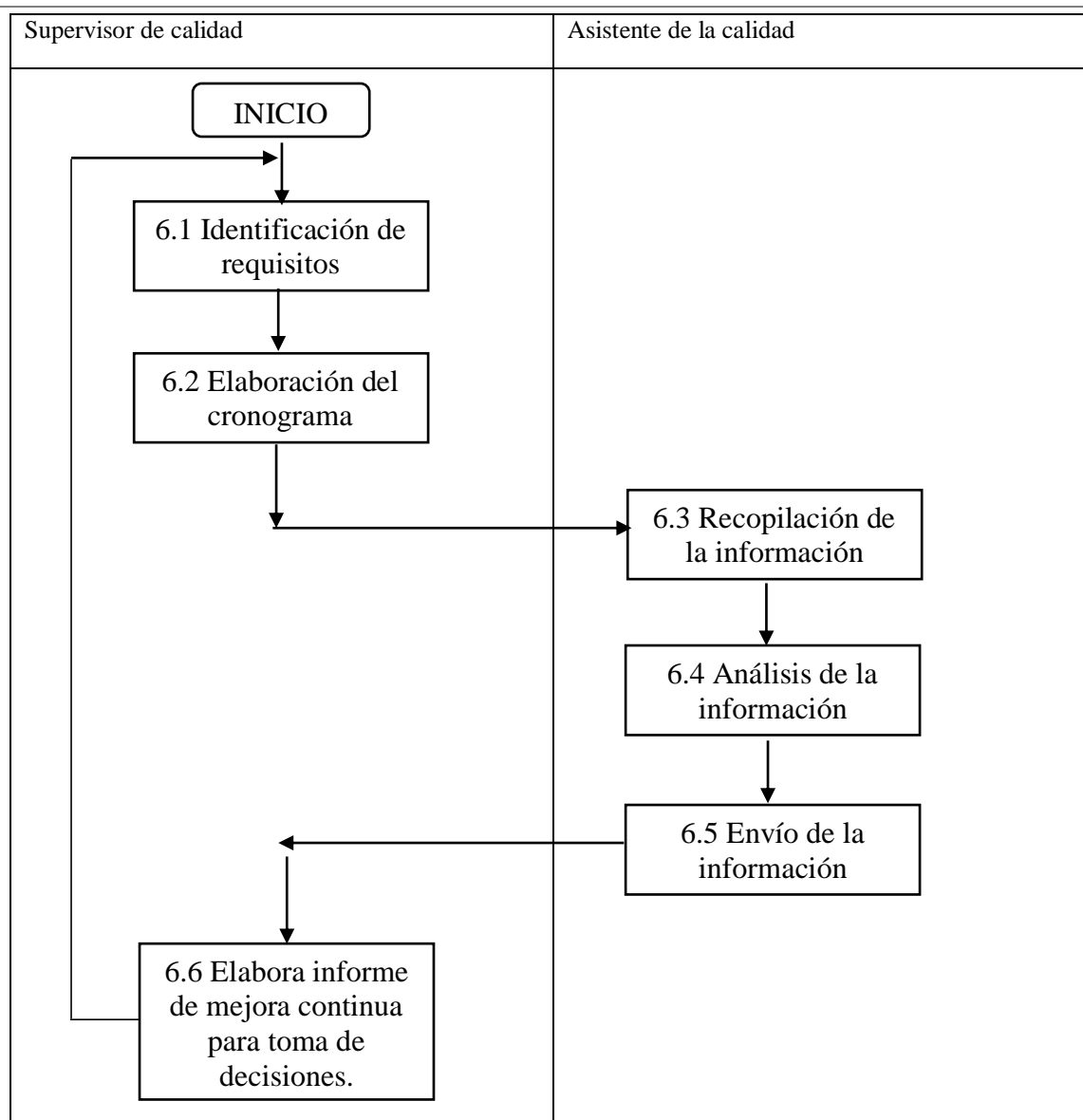
6.2 Elaboración del cronograma. Supervisor de calidad elabora cronograma de control de la calidad, como se muestra en las tablas N°64 y N°65, y se lo entrega al asistente para su ejecución en base a los requisitos previamente identificados. Este cronograma incluye la fecha de control y la cantidad de pies tablares a muestrear.

6.3 Recopilación de información. Asistente de control de calidad realiza las mediciones correspondientes en el formato de control que se presenta en las tablas N°54 y N°55.

6.4 Análisis de la información. Asistente de control de calidad ingresa los datos de registro al software y realiza los cálculos, interpretaciones respectivas y la clasificación según el grado de calidad. Esta información se la envía al supervisor de calidad.

6.5 Toma de decisiones. Supervisor de Calidad elabora informe de mejora continua para toma de decisiones.

7. Flujoograma



8. Formatos

Formato 1 – Cronograma: CAC- 001.

Formato 2 – Recopilación de información: FCC-001, FCC-002.

9. Anexos

Anexo 1 - Requisitos y clasificación por defectos de la madera aserrada, (NTP 251,101, 1988)

Anexo 2 - Requisitos y clasificación y medición de defectos de la madera aserrada, (NTP, 251,102,1991)


10. Casilla de verificación

Elaborado por: Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.

Aprobado por: Gerente general – FERPESI.

A continuación se presenta el formato para dar conformidad con la NTP 251.101, 1988 revisada en 2011).


Tabla 54. Formato control calidad NTP 251. 101,1988.

		Formato de control de calidad según norma técnica peruana para madera aserrada 251.101, 1988.		Elaborado por:	Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.
				Revisado por:	Supervisor de control de calidad
				Aprobado por:	Gerencia general
				Código:	FCC-001
FECHA:		RESPONSABLE:			
TURNO:		HORA:			
CLASIFICACIÓN POR DEFECTOS DE LA MADERA ASERRADA				OBSERVACIONES	
A) Defectos o irregularidades producidos por separación del leño.			SÍ	NO	
1	Grieta				
2	Escamadura				
3	Acebolladura				
4	Rajadura				
B) Defectos o irregularidades de la anatomía de la madera.			SÍ	NO	
1	Corteza incluida				
2	Duramen quebradizo				
3	Fracturas o fallas de compresión				
4	Grano inclinado				
5	Médula incluida				
6	Parénquima en bandas				
7	Nudos	Según su forma sobre la superficie de la pieza		SÍ	NO
		7.1	Nudo ovalado		
		7.2	Nudo redondo		
		Según su posición en la pieza		SÍ	NO
		7.3	Nudo en la arista		
		7.4	Nudo en el canto		
		7.5	Nudo en la cara		
		Según su agrupación		SÍ	NO
		7.6	Nudos agrupados		
7.7	Nudos dispersos				
7.8	Nudos en racimo				
C) Defectos o irregularidades de la anatomía de la madera.			SÍ	NO	
8	Mancha				
9	Moho				
10	Pudrición				
D) Defectos o irregularidades causados por insectos xilófagos.			SÍ	NO	
11	Perforaciones grandes				
12	Perforaciones pequeñas				
E) Defectos o irregularidades producidos por el aserrío			SÍ	NO	
13	Arista faltante				
14	Marcas de sierra				
15	Grano inclinado				
F) Defectos o irregularidades producidas por el secado o madera de reacción.			SÍ	NO	
16	Alabeos				
17	Abarquillados				
18	Arqueadura				
19	Encorvadura				
20	Colapso				
21	Torcedura				

Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.101, 1988).

A continuación se presenta el formato para dar conformidad con la NTP 251.102, 1991 (revisada en 2011).

Tabla 55. Formato control calidad NTP 251. 102

		FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD Requisitos de clasificación y medición de defectos de la madera aserrada según Norma Técnica Peruana (251.102, 1988)		Elaborado por:	Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.
				Revisado por:	Supervisor de control de calidad
				Aprobado por:	Gerencia general
				Código:	FCC- 002
FECHA:		RESPONSABLE:			
TURNO:		HORA:			
CLASIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE DEFECTOS DE LA MADERA ASERRADA					
A) Defectos o irregularidades producidos por separación del leño.		Variable	Valor	Observaciones	
1	Grieta	Lg = Longitud de la grieta en mm.			
		L = Longitud de la pieza en mm.			
		Grieta (%)			
2	Acebolladura	Ae = ancho de la acebolladura en mm.			
		Le = longitud de la acebolladura en mm.			
		a = ancho de la pieza en mm.			
		L = longitud de la pieza en mm.			
		Ancho (%)			
		Longitud (%)			
3	Rajadura	Lr = Longitud de la rajadura en mm.			
		L = Longitud de la pieza en mm.			
		Rajadura (%) = "Lr" / "L" x 100			
4	Escamadura	Se constata su presencia			
B) Defectos o irregularidades de la anatomía de la madera.		Variable	Valor	Observaciones	
1	Corteza incluida	AC = área de la corteza incluida en mm			
		ac = ancho mayor de la corteza incluida en mm			
		lc = longitud de la corteza incluida en mm			
		a = ancho de la pieza en mm			
		l = longitud de la pieza en mm			
		Corteza incluida (%)			
2	Duramen quebradizo	Se constata su presencia			
3	Fracturas o fallas de compresión	Se constata su presencia			
4	Grano inclinado	AC = línea perpendicular al eje de la pieza en mm			
		BC = línea paralela al eje longitudinal de la pieza en mm			
		Grano inclinado (%)			
5	Médula incluida	Am = área de medula incluida en mm			
		am = ancho mayor de la medula incluida en mm.			
		lm = longitud de la medula incluida en mm.			
		A = área de la pieza en mm.			
		a = ancho de la pieza en mm.			
		L = longitud de la pieza en mm.			
6	Nudos	Se constata su presencia.			
7	Parénquima en bandas	Se constata su presencia.			

C) Defectos o irregularidades de la anatomía de la madera.		Variable	Valor	Observaciones
8	Mancha	Am = área de la mancha en mm ²		
		am = ancho de la mancha en mm		
		lm = longitud de la mancha en mm		
		A = área de la pieza en mm ²		
		a = ancho de la pieza en mm.		
		L = longitud de la pieza en mm.		
	Mancha (%)			
9	Moho	Se constata su presencia		
10	Pudrición	Se constata su presencia		
D) Defectos o irregularidades causados por insectos xilófagos.		Variable	Valor	Observaciones
11	Perforaciones grandes	Diámetro de las perforaciones		
		N° de perforaciones		
		Perforaciones grandes (%)		
12	Perforaciones pequeñas	Diámetro de las perforaciones		
		N° de perforaciones		
		Perforaciones pequeñas (%)		
E) Defectos o irregularidades producidos por el aserrío		Variable	Valor	Observaciones
13	Arista faltante	ea = espesor de la arista faltante en mm.		
		aa = ancho de la arista faltante en mm.		
		la = longitud de la arista faltante en mm.		
		e = espesor de la pieza en mm.		
		a = ancho de la pieza en mm.		
		L = longitud de la pieza en mm.		
		Espesor (%)		
		Ancho (%)		
	Longitud (%)			
14	Marcas de sierra	Se constata su presencia		
15	Grano inclinado	Se constata su presencia		
F) Defectos o irregularidades producidas por el secado o madera de reacción.		Variable	Valor	Observaciones
16	Abarquillados	H = altura máxima de la arista cóncava en mm.		
		a = ancho de la pieza en mm.		
		Abarquillados (%)		
17	Alabeos	Se constata su presencia		
18	Arqueadura	H = altura máxima de la cara cóncava en mm.		
		L = longitud de la pieza en mm		
		Alabeos (%)		
19	Encorvadura	H = altura máxima del canto cóncavo de la pieza en mm.		
		L = longitud de la pieza en mm.		
		Encorvadura (%)		
20	Colapso	Longitud total de la pieza (%)		
21	Torcedura	H = altura máxima de la arista levantada en mm.		
		L = longitud de la pieza en mm.		
		Torcedura (%)		

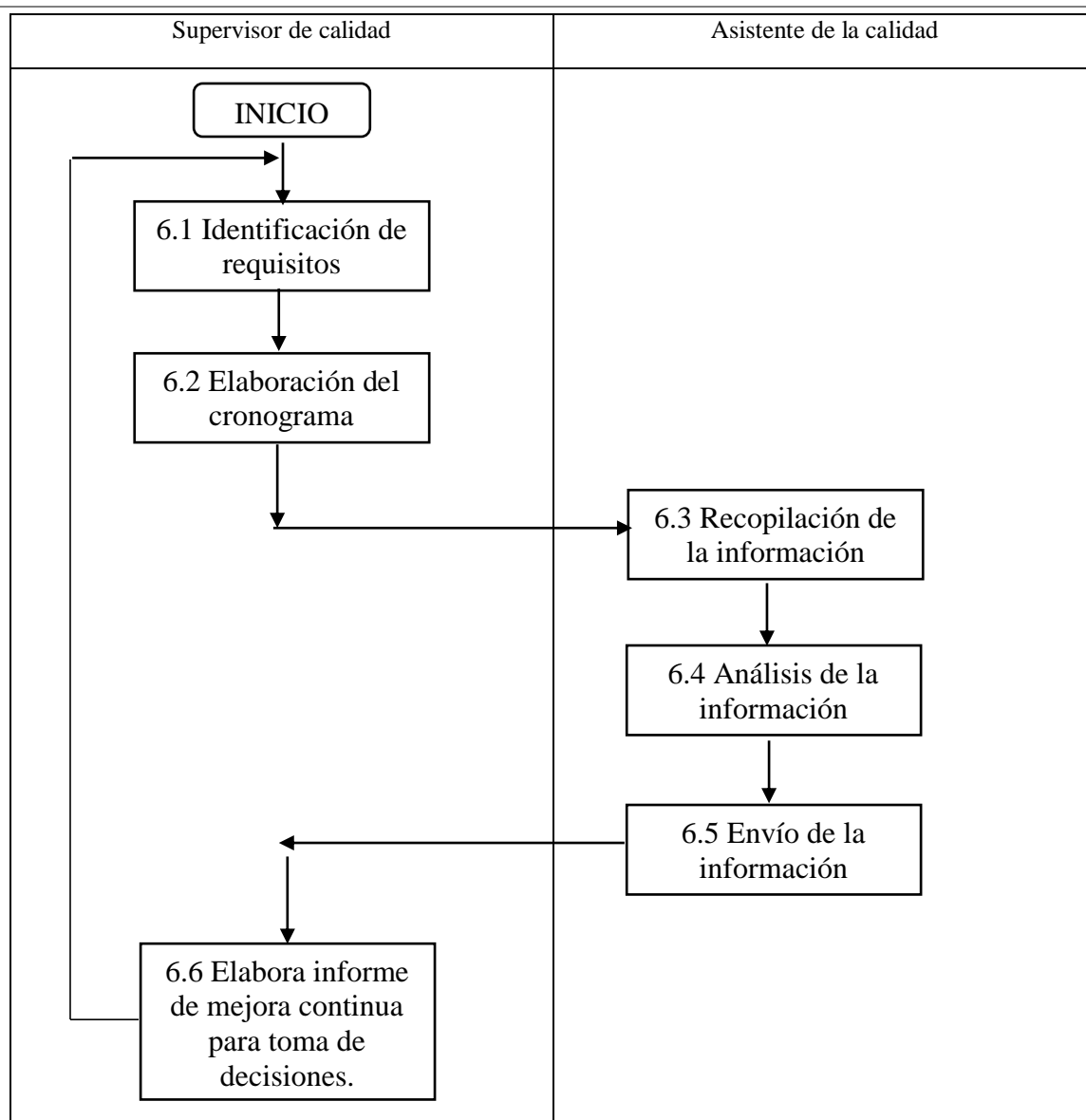
Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.102, 1991).

En la siguiente tabla se presenta el procedimiento para dar cumplimiento a la norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada por grados de calidad NTP 251.118, 1991 (revisada en 2011).

Tabla 56. Procedimiento para la clasificación de la madera aserrada por grados de calidad NTP 251.118

Código:	PCC-002	Versión:	001	Fecha:	5/09/2019
1. Objetivo					
El presente procedimiento establece la clasificación de la madera aserrada por grados de calidad.					
2. Alcance					
Este procedimiento tiene alcance en la etapa de cubicación y aserrado.					
3. Definición de términos					
Grado de calidad: Es el conjunto de disposiciones o limitaciones en dimensiones y defectos de las piezas de madera aserrada que permiten agruparlas.					
Lote: Es el conjunto de piezas de un mismo espesor o de un mismo espesor y ancho.					
Clasificación de madera: Es la separación y ordenación de las piezas de madera en grupos que cumplen con los requisitos de cada grado de calidad.					
Clasificación por defectos. Es aquella que se efectúa considerando los defectos de la madera como principal requisitos de acuerdo al uso a que ella se destine.					
4. Responsabilidades					
Supervisor de calidad (Estratégica y operativa)					
Asistente de calidad (Operativa)					
5. Documentación base (NTPS - citas)					
Norma Técnica Peruana 251.118, 1988.					
6. Descripción de actividades					
6.1 Identificación de requisitos. Supervisor de calidad identifica la clasificación de la madera aserrada por grados de calidad en base al anexo 3.					
6.2 Elaboración del cronograma. Supervisor de calidad elabora cronograma de control de la calidad, como se muestra en las tablas N°64 y N°65, y se lo entrega al asistente para su ejecución en base a los requisitos previamente identificados. Este cronograma incluye la fecha de control y la cantidad de pies tablares a muestrear.					
6.3 Recopilación de información. Asistente de control de calidad realiza las mediciones y clasificación por grados de calidad correspondientes en el formato de control que se presenta en la tabla N°57.					
6.4 Análisis de la información. Asistente de control de calidad ingresa los datos de registro al software y realiza los cálculos, interpretaciones respectivas sobre la clasificación de la madera según el grado de calidad y si está apta o no para uso estructural. Esta información se la envía al supervisor de calidad.					
6.5 Toma de decisiones. Supervisor de Calidad elabora informe de mejora continua para toma de decisiones.					

7. Flujoograma



8. Formatos

Formato 1 – Cronograma: CCA-001

Formato 2 – Recopilación de información: FCC-003

9. Anexos

Anexo 3 - Requisitos y clasificación de la madera aserrada por grados de calidad. NTP 251.118,1991

10. Casilla de verificación


Elaborado por: Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.

Aprobado por: Gerente general – FERPESI.

Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.118, 1991).

A continuación se presenta el formato para dar conformidad con la NTP 251.118, 1991 (revisada en 2011).

Tabla 57. Formato control calidad NTP 251. 118,1988.

		Formato de control de calidad según norma técnica peruana para madera aserrada 251.118, 1988.						Elaborado por:		Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.
								Revisado por:		Supervisor de control de calidad
								Aprobado por:		Gerencia general
								Código:		FCC -003
Fecha:				Responsable:						
Turno:				Hora:						
Características				Clasificación por grados de calidad					Observaciones	
A) Dimensiones de MP			Valor	Unidad	1era	2da	3era	4ta	5ta	
1	Espesor			mm						
2	Ancho			mm						
3	Longitud			mm						
B) Defectos generales										
1	Fallas de comprensión, medula, madera quemada, pudrición, etc.	Longitud								
2	Grietas superficiales	Profundidad		mm						
3	Torcedura	Deformación		mm						
4	Abarquillado	Deformación		mm						Se acepta hasta en un 5% del lote
5	Arqueadura	Deformación		mm						
6	Encorvadura	Deformación		mm						
C)Fuera de los Recortes limpios										
8	Grietas profundas	Longitud		mm						
9	Escamadura	Longitud		mm						
		Ancho		mm						
10	Rajadura, en un extremo	Longitud		mm						
11	Grano inclinado	Pendiente								
12	Recto entrecruzado	Pendiente								
13	Nudo(s) dispersos, agrupados, en racimo y sanos.	Diámetro promedio								
14	Perforaciones grandes	N° / 1000 mm		N°/mm						
15	Perforaciones pequeñas	N° / 100 cm ²		N° /cm ²						
16	Arista faltante, en una sola arista	Canto		mm						
		Cara		mm						
		Longitud		mm						

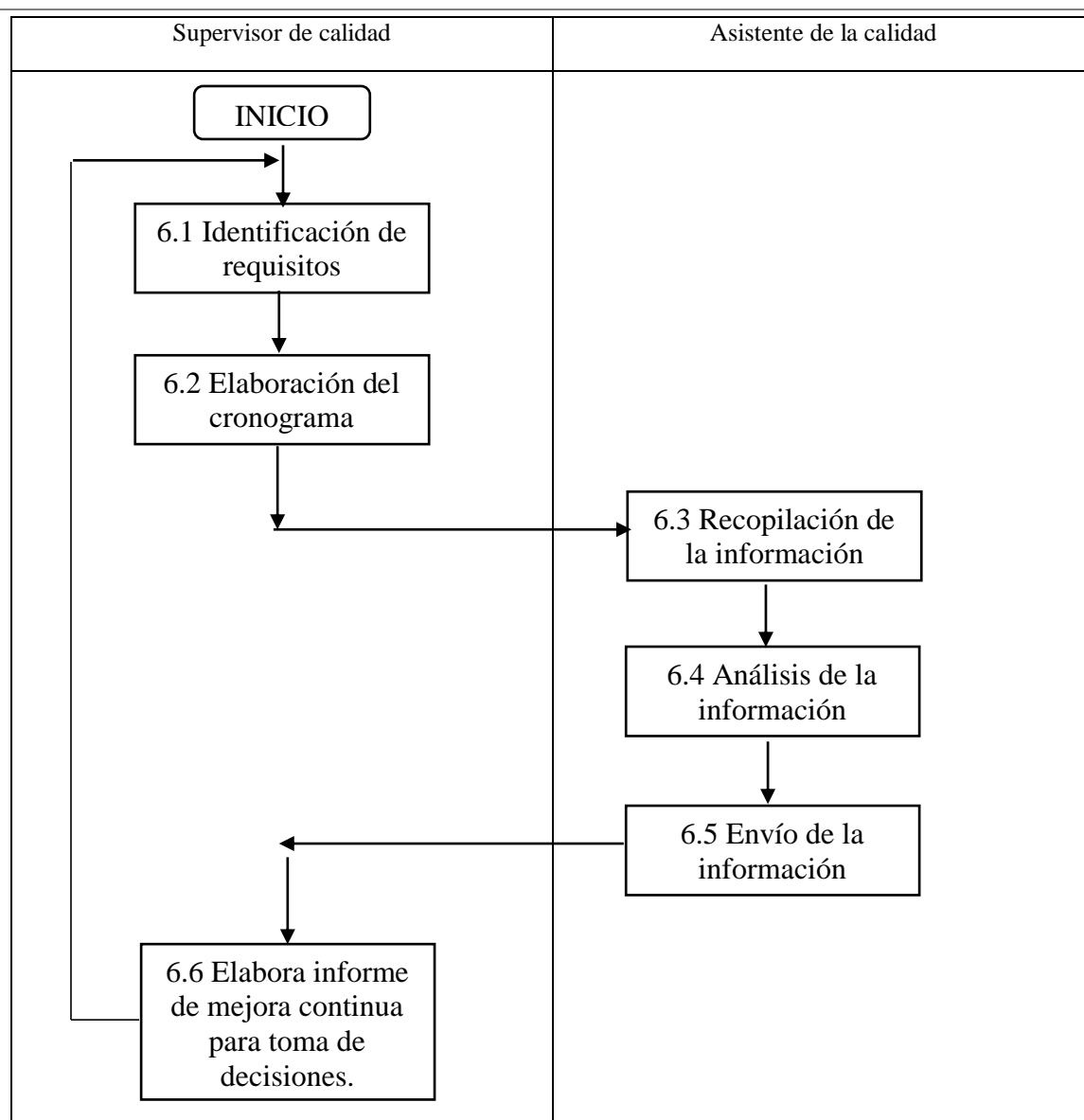
Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.118, 1988).

En la siguiente tabla se presenta el procedimiento para dar cumplimiento a la norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada por rendimientos NTP 251.115, 1990 (revisada en 2011).

Tabla 58. Procedimiento para la clasificación de la madera aserrada por rendimientos según NTP 251.115, 1990

Código: PCC-003	Versión: 001	Fecha: 05/09/2019
1. Objetivo		
El presente procedimiento establece las definiciones y la clasificación de los rendimientos que se presentan en la madera aserrada.		
2. Alcance		
Este procedimiento tiene alcance en la etapa de aserrado de planta.		
3. Definición de términos		
Clasificación por rendimiento: Es aquella por defectos que se realiza a fin de establecer el grado de aprovechamiento que se puede obtener de una pieza de madera al eliminar las zonas defectuosas.		
Recorte: En la cara seleccionada para la clasificación es la porción rectangular obtenida por cortes imaginarios transversales y/o longitudinales al eje de la pieza de madera.		
Recorte limpio: Es el recorte libre de defectos o con algunos defectos que pueden ser tolerados en ciertos grados y especies particulares.		
Rendimiento limpio: Es el máximo porcentaje que se puede obtener cuando la suma de unidades de recortes limpios se expresa como porcentaje del número total de unidades de recorte.		
Unidad de recorte: Es un recorte con un área superficial de 0,30 m de longitud por 25 mm de ancho.		
Superficie limpia total: Es el área de recortes limpios o la suma de las áreas de recortes limpios contenidos en la cara clasificada de la pieza de madera aserrada.		
Unidad de recorte limpio: Es la unidad de recorte libre de defectos o con algunos defectos permitidos en ciertos grados de calidad y especie particulares		
4. Responsabilidades		
Supervisor de calidad (Estratégica y operativa)		
Asistente de calidad (Operativa)		
5. Documentación base (NTPS - citas)		
Norma Técnica Peruana 251.115, 1988.		
6. Descripción de actividades		
6.1 Identificación de requisitos. Supervisor de calidad identifica los requisitos para la clasificación por rendimientos de la madera aserrada en base al anexo 4.		
6.2 Elaboración del cronograma. Supervisor de calidad elabora cronograma de control de la calidad, como se muestra en las tablas N°64 y N°65, y se lo entrega al asistente para su ejecución en base a los requisitos previamente identificados. Este cronograma incluye la fecha de control y la cantidad de pies tablares a muestrear.		
6.3 Recopilación de información. Asistente de control de calidad realiza las mediciones correspondientes en el formato de control que se presenta en la tabla N°59.		
6.4 Análisis de la información. Asistente de control de calidad ingresa los datos de registro al software y realiza los cálculos, interpretaciones respectivas y la clasificación según el grado de calidad. Esta información se la envía al supervisor de calidad.		
6.5 Toma de decisiones. Supervisor de Calidad elabora informe de mejora continua para toma de decisiones.		

7. Flujoograma



8. Formatos

Formato 1 – Cronograma: CAC-001

Formato 2 – Recopilación de información: FCC-004

9. Anexos

Anexo 4: Requisitos y clasificación de la madera aserrada por rendimientos (NTP 251.115,1990)

10. Casilla de verificación


Elaborado por: Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.

Aprobado por: Gerente general – FERPESI.

Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.115, 1990).

A continuación se presenta el formato para dar conformidad con la NTP 251.115, 1990 (revisada en 2011).

Tabla 59. Formato control de calidad NTP 251.115, 1990

 FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD Requisitos de clasificación de la madera aserrada por rendimientos según Norma Técnica Peruana (251.115, 1988)		Elaborado por:	Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.	
		Revisado por:	Supervisor de control de calidad.	
		Aprobado por:	Gerencia general.	
		Código:	FCC-004	
Fecha:		Responsable:		
Turno:		Hora:		
CLASIFICACIÓN DE LA MADERA ASERRADA POR RENDIMIENTOS				
ÍTEM		Variable	Valor	Observaciones
1	Total de unidades de recorte (TUR)	l = Longitud de la pieza en mm		
		a= ancho de la pieza en mm		
		Recorte en mm		
		Total de unidades de recorte (TUR)		
2	Unidades de recortes limpios.(URL)	l = Longitud de la pieza en mm		
		a= ancho de la pieza en mm		
		Recorte limpio (%)		
		Unidades de recorte (UR)		
		Unidades de recortes limpios (URL)		
3	Rendimiento de recortes limpios (%RR)	Superficie limpia total (SL)		
		Rendimiento de recorte limpio (%)		

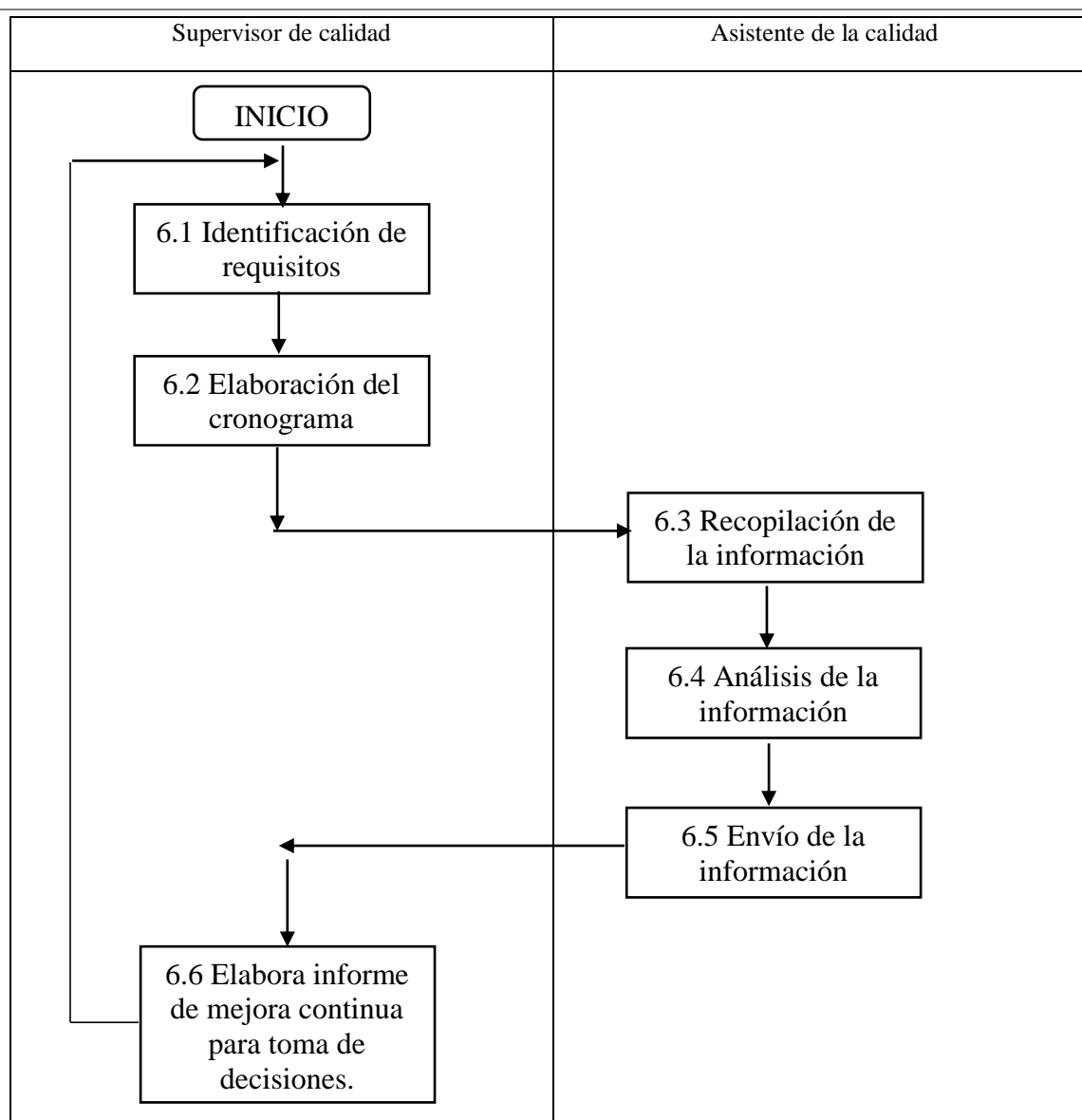
Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.115, 1988).

En la siguiente tabla se presenta el procedimiento para dar cumplimiento a la norma técnica peruana para la clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural NTP 251.103, 1998 (revisada en 2011)

Tabla 60. Procedimiento para la clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural según NTP 251.103,1998

Código: PCC-004	Versión: 001	Fecha: 15/09/2019
1. Objetivo		
El presente procedimiento establece las dimensiones nominales y finales (espesor, ancho, longitud) de la madera aserrada para uso estructural.		
2. Alcance		
Este procedimiento tiene alcance en la etapa de aserrado y cepillado de planta.		
3. Definición de términos		
Dimensión nominal: Son las medidas de ancho y espesor nominales de la madera.		
Dimensión final: Son las medidas de ancho y espesor finales de la madera.		
Longitud nominal: Es la longitud nominal mínima de la madera aserrada para uso estructural deberá ser de 1800 mm.		
Tolerancia máxima: La tolerancia máxima en la longitud nominal deberá ser de + 150 mm.		
4. Responsabilidades		
Supervisor de calidad (Estratégica y operativa)		
Asistente de calidad (Operativa)		
5. Documentación base (NTP - citas)		
Norma Técnica Peruana 251.103, 1988.		
6. Descripción de actividades		
6.1 Identificación de requisitos. Supervisor de calidad identifica los requisitos para la clasificación de madera aserrada y cepillada para uso estructural en base al anexo 5.		
6.2 Elaboración del cronograma. Supervisor de calidad elabora cronograma de control de la calidad, como se muestra en las tablas N°64 y N°65, y se lo entrega al asistente para su ejecución en base a los requisitos previamente identificados. Este cronograma incluye la fecha de control y la cantidad de pies tablares a muestrear.		
6.3 Recopilación de información. Asistente de control de calidad realiza las mediciones correspondientes en el formato de control que se presenta en tabla N°61.		
6.4 Análisis de la información. Asistente de control de calidad ingresa los datos de registro al software y realiza los cálculos, interpretaciones respectivas sobre la clasificación de la madera según el grado de calidad y si está apta o no para uso estructural. Esta información se la envía al supervisor de calidad.		
6.5 Toma de decisiones. Supervisor de Calidad elabora informe de mejora continua para toma de decisiones.		

7. Flujoograma



8. Formatos

Formato 1 – Cronograma: CAC-001

Formato 2 – Recopilación de información: FCC-005

9. Anexos

Anexo 5. Requisitos y clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural, Dimensiones, (NTP 251,103 1988)

10. Casilla de verificación


Elaborado por: Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.

Aprobado por: Gerente general – FERPESI.

Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.103, 1991).

A continuación se presenta el formato para dar conformidad con la NTP 251.113, 1990 (revisada en 2011).

Tabla 61. Formato control de calidad NTP 251.103, 1990

		FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD Requisitos por grados de calidad con respecto al rendimiento de la madera aserrada según Norma Técnica Peruana (251.103 1988)				Elaborado	Cynthia Fiorella
						por:	Cadenillas Acostupa.
						Revisado	Supervisor de control de calidad
						por:	
						Aprobado	Gerencia general
						por:	
						Código:	FCC-005
Fecha:		Responsable:					
Turno:		Hora:					
Requisitos		Valor	Unidad	Parámetro	Tolerancias		Observaciones
A) Dimensiones nominales de espesor y ancho de la madera				19 a 100 125 a 250 > 250	-1 -2 -4	2 6 12	
1	Espesor nominal		Mm				
2	Ancho nominal		Mm				
B) Dimensiones finales de espesor y ancho de la madera				≤ 140 >140	-1 -2	2 4	
1	Espesor final		Mm				
2	Ancho final		Mm				
C) Longitud nominal				Múltiplos de 300 mm a partir de 1 800 mm.	La tolerancia máxima en la longitud nominal deberá ser de + 150 mm.		

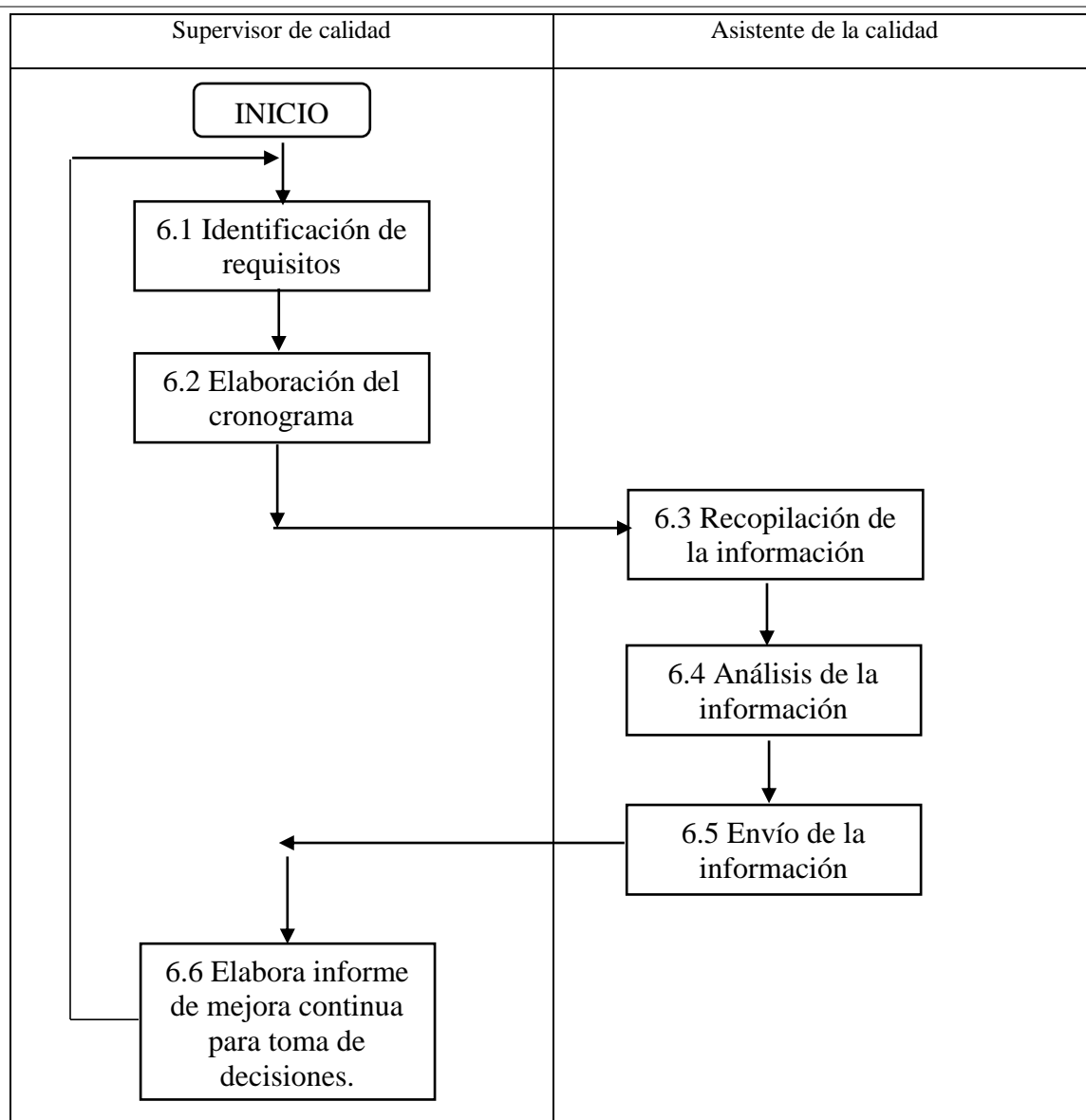
Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.103, 1988).

En la siguiente tabla se presenta el procedimiento para dar cumplimiento a la norma técnica peruana para la clasificación visual y de requisitos de la madera aserrada para uso estructural NTP 251.104, 1988 (revisada en 2011).

Tabla 62. Procedimiento para la clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural según NTP 251.104,1988.

Código:	PCC-005	Versión:	001	Fecha:	15/09/2019
1. Objetivo					
La presente norma establece la clasificación visual y requisitos que debe cumplir la madera para uso estructural.					
2. Alcance					
Este procedimiento tiene alcance en la etapa de aserrado de planta para madera de uso estructural a ser usada en construcciones con excepción de la empleada en encofrados.					
3. Definición de términos					
Madera para uso estructural: Es aquella que es sometida a la acción de esfuerzos permanentes y específicos, y por lo tanto requiere de un proceso de análisis y diseño estructural.					
4. Responsabilidades					
Supervisor de calidad (Estratégica y operativa)					
Asistente de calidad (Operativa)					
5. Documentación base (NTPS - citas)					
Norma Técnica Peruana 251,104 1988.					
6. Descripción de actividades					
6.1 Identificación de requisitos. Supervisor de calidad identifica los requisitos para la clasificación visual de madera aserrada para uso estructural en base al anexo 6.					
6.2 Elaboración del cronograma. Supervisor de calidad elabora cronograma de control de la calidad, como se muestra en las tablas N°64 y N°65, y se lo entrega al asistente para su ejecución en base a los requisitos previamente identificados. Este cronograma incluye la fecha de control y la cantidad de pies tablares a muestrear.					
6.3 Recopilación de información. Asistente de control de calidad realiza las mediciones correspondientes en el formato de control que se presenta en la tabla N°63.					
6.4 Análisis de la información. Asistente de control de calidad ingresa los datos de registro al software y realiza los cálculos, interpretaciones respectivas sobre la clasificación de la madera para uso estructural por sus defectos en un solo grado de calidad denominado “madera estructural”. Esta información se la envía al supervisor de calidad.					
6.5 Toma de decisiones. Supervisor de Calidad elabora informe de mejora continua para toma de decisiones.					

7. Flujograma



8. Formatos

Formato 1 – Cronograma: CAC-001

Formato 2 – Recopilación de información: FCC-006

9. Anexos

Anexo 6. Requisitos y clasificación visual de la madera para uso estructural (NTP 251.104,1988).

10. Casilla de verificación

Elaborado por: Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.

Aprobado por: Gerente general – FERPESI.

Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.104, 1988).

A continuación se presenta el formato para dar conformidad con la NTP 251.104, 1988 (revisada en 2011).

Tabla 63. Formato de control de calidad de clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural según NTP 251.104,1988.

		FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD Requisitos de clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural según Norma Técnica Peruana (251.104 1988)		Elaborado por:	Cynthia Fiorella Cadenillas Acostupa.
				Revisado por:	Supervisor de control de calidad
				Aprobado por:	Gerencia general
				Código:	FCC-006
Fecha:		Responsable:			
Turno:		Hora:			
Defectos	Características		Tolerancias	Observaciones	
Grietas superficiales	Cara		Ilimitado		
	Canto				
	Número				
Grietas profundas	Cara		Máx, 1/4 longitud de la pieza		
	Canto				
	Ancho				
	Longitud				
Escamadura o acebolladura	Cara		Máx, 25 % de la longitud de pieza		
	Ancho				
	Longitud				
Rajadura	En un solo extremo		Máx, 5 % de la longitud de la pieza		
	Longitud				
Grano inclinado	En cara		Pendiente, máx 1/8		
	En canto				
Nudo	Nudos dispersos, redondos u ovalados		Diámetro máx 1/4 del ancho		
			Diámetro máx, de 40 mm		
	Cara		Diámetro máx, 1/8 del ancho		
			Ancho o espesor de la pieza mayor a 175 mm		
	Canto fijos y sanos		Ancho de la pieza menor a 175 mm,		
		Diámetro máx, de 20 mm			

Fuente: Elaboración propia. Extraído de la Norma Técnica Peruana (251.104,1988).

A continuación en las tablas N°64 y N°65, se muestran los cronogramas de actividades planificadas y elaboradas por el supervisor de calidad, para una fácil visualización y entendimiento de acciones a realizar, así como el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas del proceso productivo de madera. Es útil esta herramienta gráfica, cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes actividades a lo largo del año.

Tabla 64. Cronograma primer semestre de incorporación de actividades de control de la calidad

CRONOGRAMA - 2019															Versión: 001					Código: CAC- 001													
ACTIVIDADES	Enero					Febrero					Marzo					Abril					Mayo					Junio					Cumplimiento		
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	Responsable	Fecha	Hora
Identificación de requisitos. Supervisor de calidad identifica los requisitos para la clasificación por defectos de la madera aserrada en base a la NTP.																															Supervisor Control de calidad		
Recopilación de información. Asistente de control de calidad realiza las mediciones correspondientes en el formato de control																															Asistente Control de calidad		
Análisis de la información. Asistente de control de calidad ingresa los datos de registro al software y realiza los cálculos, interpretaciones respectivas y la clasificación por defectos y grados de calidad de la madera aserrada.																															Asistente Control de calidad y Operarios		
Presentación de Informe de mejora. Se elabora informe de mejora continua para toma de decisiones.																															Asistente Control de calidad		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. Cronograma segundo semestre de incorporación de actividades de control de la calidad

CRONOGRAMA - 2019															Versión: 001					Código: CAC- 001													
ACTIVIDADES	Julio					Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre					Cumplimiento		
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	Responsable	Fecha	Hora
Identificación de requisitos. Supervisor de calidad identifica los requisitos para la clasificación por defectos de la madera aserrada en base a la NTP.																															Supervisor Control de calidad		
Recopilación de información. Asistente de control de calidad realiza las mediciones correspondientes en el formato de control																															Asistente Control de calidad		
Análisis de la información. Asistente de control de calidad ingresa los datos de registro al software y realiza los cálculos, interpretaciones respectivas y la clasificación por defectos y grados de calidad de la madera aserrada.																															Asistente Control de calidad y Operarios		
Presentación de Informe de mejora. Se elabora informe de mejora continua para toma de decisiones.																															Asistente Control de calidad		

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Propuesta de dirección de personas

El objetivo del presente plan es brindar capacitación a los colaboradores de la empresa Corporación FERPESI. S.A.C, para mejorar sus competencias laborales y buscar un mejor rendimiento al realizar sus labores de una manera eficiente.

Como se observa en la tabla N°66, se tiene en cuenta la programación de capacitaciones conformados por el comunicado general a todo el personal sobre la implementación de mejoras en el proceso productivo, optimización de procesos, la importancia del aseguramiento y control de la calidad, estandarización de procesos, seguridad y salud en el trabajo, por último el desarrollo de las habilidades blandas.

Así mismo se presenta la duración de cada programa y los temas propuestos que han sido seleccionados en base a las deficiencias encontradas durante la realización de sus actividades, así mismo teniendo en cuenta la necesidad de capacitación de los operarios, para así superar las dificultades que se presentan en las operaciones.

Por último se detallan las estrategias utilizadas, las personas encargadas de llevar a cabo las capacitaciones, los materiales que se utilizarán y el presupuesto que se genera para la realización de cada programa, dicho presupuesto es designado por la empresa, teniendo en cuenta que la persona encargada de dirigir el programa cobra S/.100 por hora.

Tabla 66. Plan de capacitaciones

Programa	Destinatario	Duración	Temario	Estrategias	Ponente	Materiales	Presupuesto
Mejora de proceso productivo maderero	Todos los trabajadores de la empresa	5 horas	Implementación de mejora en la empresa.	Entrega de boletín informativo sobre capacitaciones y mejoras en la empresa. Curso: Proceso productivo de la empresa, manejo adecuado de los recursos, herramientas, equipos y maquinaria.	1. Alta dirección de la empresa. 2. Invitado especialista externo.	1. Pizarra móvil y plumones. 2. Cuadernos y lapiceros. 3. Material para demostraciones en vivo.	S/500
Optimización de procesos	Todos los trabajadores de la empresa	5 horas	Producción Productividad 5S.	Curso: Importancia de la optimización de los tiempos mediante métodos adecuados de trabajo y eliminación de desperdicios. Taller: Aplicación de los nuevos movimientos mediante la utilización de fichas bimanuales y monitoreo constante. Aplicación de las 5S.	1. Alta dirección de la empresa. 2. Invitado especialista externo.	1. Pizarra móvil y plumones. 2. Cuadernos y lapiceros. 3. Material para demostraciones en vivo.	S/500
Importancia del aseguramiento y control de la calidad en el proceso productivo	Todos los trabajadores de la empresa	5 horas	Aseguramiento y control de calidad en cada área.	Curso: Aseguramiento y control de calidad en cada área. Charla Informativa: Calidad, criterios de calidad y beneficios. Taller: Realización de inspecciones y seguimientos.	1. Alta dirección de la empresa. 2. Invitado especialista externo.	1. Pizarra móvil y plumones. 2. Cuadernos y lapiceros. 3. Material para demostraciones en vivo.	S/500
Importancia de la estandarización de procesos	Todos los trabajadores de la empresa	5 horas	Aplicación adecuada de los procedimientos e Instructivos.	Taller: Aplicación y cumplimiento de estándares de calidad para la madera aserrada según Norma Técnica Peruana. El manejo adecuado de los recursos y llenado de formatos. Charla informativa: Recomendaciones generales en base a resultados obtenidos luego de la aplicación de la propuesta.	1. Invitado especialista externo.	1. Pizarra móvil y plumones. 2. Cuadernos y lapiceros. 3. Material para demostraciones en vivo.	S/500
Importancia de la seguridad y salud en el trabajo.	Todos los trabajadores de la empresa	5 horas	Seguridad y salud en el trabajo.	Taller: Seguridad y salud en el trabajo. Información sobre el reglamento de la ley 29783. Uso adecuado de EPP's.	1. Invitado especialista externo.	1. Pizarra móvil y plumones. 2. Cuadernos y lapiceros. 3. Material para demostraciones en vivo.	S/500
Habilidades blandas	Todos los trabajadores de la empresa	5 horas	Motivación al personal operativo	Taller teórico práctico: Importancia de las habilidades blandas en el trabajo. Trabajo en equipo. Liderazgo. Dinámicas y casos reales.	1. Invitado especialista externo.	1. Pizarra móvil y plumones. 2. Cuadernos y lapiceros. 3. Material para demostraciones en vivo.	S/500

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se realiza una breve descripción de los temas que se tendrán en cuenta para la capacitación del personal.

a) Implementación de mejora en la empresa

Esta capacitación busca que cada uno de los trabajadores conozca detalladamente cómo su trabajo influye dentro del proceso productivo maderero. Además, se requiere involucrar al personal administrativo para que sepan que su desempeño en la organización debe impactar de manera positiva. Es de suma importancia describir el uso correcto de las herramientas, equipos y maquinarias que conforman el proceso productivo, conociendo de manera práctica y teórica, se podrá tener un uso eficiente de los recursos brindados para realizar su trabajo.

b) Producción, Productividad y aplicación de las 5S.

Un personal debe saber identificar y eliminar de forma continua los siguientes desperdicios: movimientos improductivos, mermas, reprocesamiento, la espera, transportes innecesarios, ello permitirá tener un incremento de producción y mayores utilidades para la organización. Así mismo deberá estar dispuesto a formar parte de una cultura en la que se cumpla el mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras.

c) Aseguramiento y control de calidad en cada área.

En esta capacitación el personal será capaz de reconocer la importancia de dar un producto de calidad, así mismo de que el ritmo de producción sea mayor, evitando tiempos improductivos, reproceso y pérdidas económicas a causa de productos rechazados.

d) Aplicación adecuada de los procedimientos e instructivos.

Se capacitará a los trabajadores por área para explicárseles la importancia del adecuado llenado de los formatos de control de producción y calidad, así mismo, la aplicación adecuada de los procedimientos operativos estandarizados por área, garantizando la uniformidad de los procesos.

e) Seguridad y salud en el trabajo y la importancia de mantener limpios los espacios de trabajo.

El personal debe conocer a que riesgos está expuesto en su puesto de trabajo, así mismo, tener en cuenta que medidas de prevención y correctivas se deben tener en cuenta para evitar dichos accidentes.

f) Motivación al personal operativo

Es importante que el personal operativo sienta que se les valora en la empresa y que se hace algo para que se encuentren más a gusto, por lo que se sentirán comprometidos con ella, así mismo se obtendrá mayor rendimiento laboral.

Cronograma Gantt para capacitación del personal.

El cronograma de capacitaciones se da en muchas empresas de cualquier tamaño y actividad. Entonces, es importante que los operarios que forman parte de la empresa. Corporación Maderera FERPESI S.A.C conozcan y estén actualizados para que sepan utilizar las herramientas que ayudan a gestionar mejor las actividades que realizan en planta.

Se realiza el diagrama de Gantt porque es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas; la cual se elabora anualmente. Para una fácil y cómoda visualización de acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de capacitación del personal. Es útil esta herramienta gráfica, cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes capacitaciones o actividades a lo largo del año.

A continuación en la tabla N°67, se presenta el cronograma de capacitación del personal propuesto.

Tabla 67. Cronograma de capacitación

Actividades	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cumplimiento	
													Fecha	Hora
Entrega de boletín informativo sobre capacitaciones y mejoras en la empresa. Curso: Proceso productivo de la empresa, manejo adecuado de los recursos, herramientas, equipos y maquinaria.													Día 7 de calendario del mes.	08:00 a.m. – 1:00 pm
Curso: Importancia de la optimización de los tiempos mediante métodos adecuados de trabajo y eliminación de desperdicios. Taller: Aplicación de los nuevos movimientos mediante la utilización de fichas bimanuales y monitoreo constante. Aplicación de las 5S.													Día 11 de calendario del mes.	08:00 a.m. – 1:00 pm
Curso: Aseguramiento y control de calidad en cada área. Charla Informativa: Calidad, criterios de calidad y beneficios. Taller: Realización de inspecciones y seguimientos.													Día 15 de calendario del mes	08:00 a.m. – 1:00 pm
Taller: Aplicación y cumplimiento de estándares de calidad para la madera aserrada según Norma Técnica Peruana. El manejo adecuado de los recursos y llenado de formatos. Charla informativa: Recomendaciones generales en base a resultados obtenidos luego de la aplicación de la propuesta.													Día 12 de calendario del mes.	08:00 a.m. – 1:00 pm
Taller: Seguridad y salud en el trabajo. Información sobre el reglamento de la ley 29783. Uso adecuado de EPP's.													Día 8 de calendario del mes.	08:00 a.m. – 1:00 pm
Taller teórico práctico: Importancia de las habilidades blandas en el trabajo. Trabajo en equipo. Liderazgo. Dinámicas y casos reales.													Primer viernes de calendario del mes.	08:00 a.m. – 1:00 pm

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Propuesta de redistribución de planta.

Se realizó la distribución de la planta de la empresa maderera teniendo en cuenta la metodología SLP (System Layout Planning). El SLP permite mejorar el proceso mediante la reducción de distancias de los diferentes flujos, como tiempos de transporte, materiales, y más. Con base a las propuestas realizadas se presentan las 18 áreas a plantear en la nueva distribución de planta:

1. Área de residuos.
2. Áreas de aserrado.
3. Área de cortado.
4. Área de control de la calidad.
5. Área de cubicación.
6. Área de secado.
7. Área de cepillado.
8. Almacén de materia prima.
9. Almacén de producto terminado.
10. Área de servicio de torneado.
11. Área de servicio de moldura.
12. Oficinas administrativas.
13. Área de ingreso de camiones.
14. Área de salida de camiones
15. Servicios higiénicos.
16. Área de vigilancia.
17. Tópico.
18. Área de mantenimiento y herramientas.

Tabla 68. Relaciones de proximidad

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante

Como se evidencia en el diagrama de recorrido (Figura N°32), la empresa Corporación maderera FERPESI S.A.C., no tiene una distribución adecuada, por lo que causa grandes recorridos, en particular en el transporte del área de cubicación y cortado hasta el almacén de producto terminado, además no se encuentra estratégicamente ubicado el almacén de materia prima, en proceso, entre otras.

Es por ello que con la finalidad de reducir los tiempos de transporte se usa el método de SLP, que nos permitirá visualizar y valorar todos los elementos y relaciones existentes entre cada uno de ellos. Se hacen uso de los valores de proximidad que se ven en la tabla N°67.

A continuación, en la tabla N°69, se presenta una matriz de doble entrada en dónde se identifica la importancia de proximidad entre un área y otra. Así mismo en la matriz triangular se ve la relación de actividades conforme a los valores asignados de proximidad de las áreas de producción, todo ello con la finalidad que el flujo sea más eficiente (Ver Figura N°40).

En el gráfico de relaciones se puede observar que la proximidad del almacén de materia prima debe ser cercana al área de cubicación e inspección de materia prima y propiamente al área de aserrado aledaño a control de calidad, ya que esto permitirá tomar decisiones asertivas para mejorar el flujo de producción y evitar mermas, también se tienen las áreas de cortado y cepillado que deben estar cerca al área de aserrado y secado, para ahorrar tiempos muertos y finalmente el área de producto terminado. A continuación, se presenta diagrama de redes de actividades propuesto en la empresa. (Ver figura N°41)

Tabla 69. Tabla de relación de áreas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	I	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	I	U	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	U	E	U	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	U	U	I	U	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	U	U	I	A	U	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	U	I	U	U	I	U	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	U	U	U	U	U	U	E	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	U	U	U	U	U	U	U	U	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	U	U	U	I	U	U	U	U	U	E	-	-	-	-	-	-	-	-
12	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	I	-	-	-	-	-	-	-
13	I	U	U	U	U	U	U	E	U	U	U	U	-	-	-	-	-	-
14	U	U	U	U	U	U	U	U	E	U	U	U	U	-	-	-	-	-
15	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E	U	I	U	U	-	-	-	-
16	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E	U	U	U	O	U	-	-	-
17	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E	U	-	-
18	E	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	O	U	U	U	E	-

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el diagrama de relaciones de actividades.

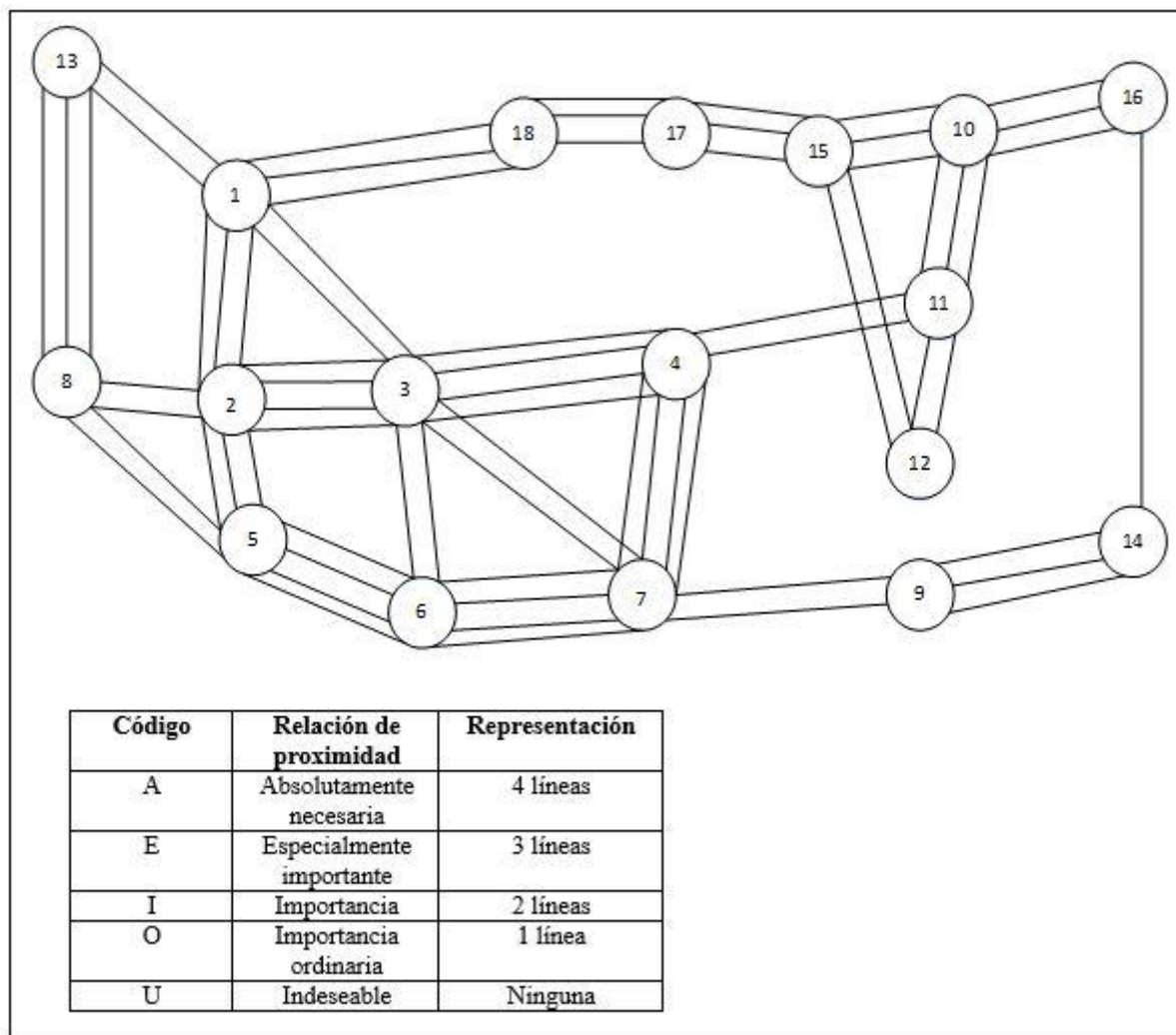


Figura 41. Diagrama de relación de actividades

Fuente: Elaboración propia.

En base a la tabla, gráfico y diagrama de relaciones de actividades, se presenta la propuesta de distribución de planta mejorada (Ver figura N°42)

• **Resultado:**

Usando el método de SLP, se logró una nueva distribución de planta en dónde se consiguió reducir tiempos de transporte de los materiales en proceso y terminados. Esta reducción representa un total de 29,5 metros y se tiene que los tiempos improductivos ahora representan un 5,9 %, siendo 94,1 % más productivos en las actividades del proceso.

A continuación se presenta el plano de planta.

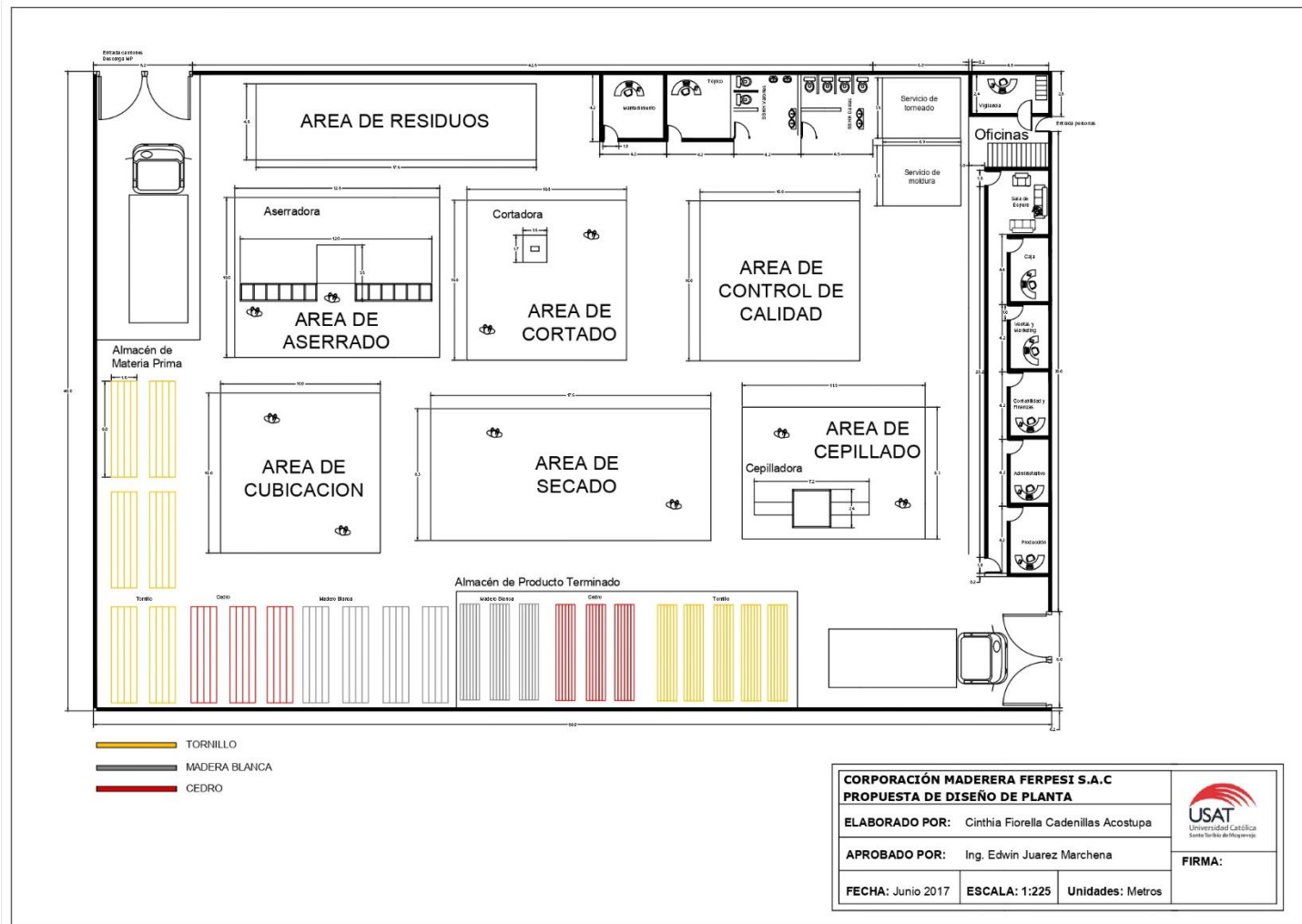


Figura 42. Plano de planta mejorado

3.2.5 Propuesta de 5S.

A continuación en la tabla N°70 se presenta la propuesta de implementación 5S.

Tabla 70. Propuesta de implementación 5S

	Elaborado por:	Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa.
	Revisado por:	Supervisor de control de calidad
	Aprobado por:	Gerencia general
	Código:	PIP-001
ETAPA	ITEMS	DESCRIPCIÓN
Clasificar	Objetivo	Contar con un área de trabajo donde únicamente estén los artículos y herramientas necesarias
	Pasos	1. Identificar todos los artículos innecesarios. 2. Eliminar todo aquello que definitivamente no se utiliza 3. Almacenar en un área para artículos de uso poco frecuente
	Beneficios	Sitios libres de objetos innecesarios e inservibles. Más espacio. Menos accidentes en áreas de trabajo. Espacios libres y organizados.
	¿Qué se espera?	Facilitar el trabajo al eliminar obstáculos. Eliminar la idea de cuidar cosas que no son necesarias. Evitar interrupciones y fallas causadas por elementos innecesarios.
	Herramienta	Tarjetas rojas para clasificar lo innecesario.
	Responsable	Facilitador
	Orden	Objetivo
Pasos		1. Asigna e identifica un lugar para cada artículo. 2. Determina la cantidad exacta que debe haber de cada artículo. 3. Asegura que cada artículo esté listo para usarse. 4. Crear los medios para asegurar que cada artículo regrese a su lugar.
Beneficios		Ayuda a encontrar con facilidad objetos o documentos, economizando tiempo y movimiento. Facilita regresar a su lugar lo utilizado. Ayuda a identificar cuando algo falta. Mejor apariencia.
¿Qué se espera?		Prevenir las pérdidas de tiempo en la búsqueda y transporte de objetos. Asegurar "FIFO". Hacer flujo de producción estable y fácil de trabajar. (evitar retrocesos, eliminar tiempos de demora) Establecer procedimientos que faciliten la operación y generar controles visuales.
Herramienta		Códigos de color y señalización
Responsable		Facilitador

ETAPA	ITEMS	DESCRIPCIÓN
Limpieza	Objetivo	Establecer una metodología de limpieza que evite que el área de trabajo se ensucie.
	Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica materiales necesarios y adecuados para la limpieza del área de trabajo. 2. Asigna un lugar adecuado y funcional a cada artículo usado para mantener limpia el área de trabajo. 3. Establecer métodos de prevención que eviten que se ensucie el área. 4. Implementa actividades de limpieza como rutina.
	Beneficios	<p>Alargamiento de la vida útil de los equipos e instalaciones.</p> <p>Menos probabilidad de contraer enfermedades.</p> <p>Menos accidentes.</p> <p>Mejor aspecto del lugar de trabajo y de las personas.</p>
	¿Qué se espera?	<p>Facilitar la elaboración de productos de calidad.</p> <p>Combinar la limpieza con la inspección de manera que se detecten fallas a tiempo.</p> <p>Hacer del lugar de trabajo un sitio seguro y confortable.</p>
	Herramienta	<p>Checklist de inspección y limpieza.</p> <p>Tarjeta amarilla.</p>
	Responsable	Facilitador.
Estandarizar	Objetivo	Desarrollar condiciones de trabajo que eviten retroceso en las primeras 3 S's.
	Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarizar todo y hacer visibles los estándares utilizados. 2. Implementar métodos que faciliten el comportamiento apegado a los estándares. 3. Compartir la información sin que tenga que buscarse o pedirse.
	Beneficios	<p>La basura a su lugar.</p> <p>Favorecer a una gestión visual.</p> <p>Estandarizar métodos operativos.</p> <p>Formar al personal en los estándares mínimos de trabajo.</p> <p>Mejora de la salud.</p> <p>Facilita relaciones con los demás.</p>
	¿Qué se espera?	<p>Evitar el deterioro de las actividades de Clasificación, Orden y Limpieza.</p> <p>Proteger al trabajador de condiciones peligrosas.</p> <p>Estandarizar y visualizar los procedimientos de operación y mantenimiento diario.</p> <p>Hacer a los trabajadores felices.</p>
	Herramienta	Instrucciones y procedimientos.
	Responsable	Facilitador

ETAPA	ITEMS	DESCRIPCIÓN
Disciplina	Objetivo	Alcanzar una calidad total en todas las áreas de la empresa, desde individuos hasta la organización.
	Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer visibles los resultados de las 5 S's. 2. Provocar la crítica constructiva con otras áreas y hasta empresas. 3. Promover las 5 S's mediante esquemas promocionales. 4. Provocar la participación de todos en la generación de ideas en 5 S's.
	Beneficios	<p>Genera un clima de trabajo generando honestidad, respeto y ética en las relaciones interpersonales.</p> <p>Manifiestar calidad humana en los servicios que se brinda.</p> <p>Cumplir eficientemente las obligaciones laborales.</p>
	¿Qué se espera?	<p>Hacer a las personas más disciplinadas (nuevas costumbres y valores).</p> <p>Eliminar paradigmas antiguos y adquirir otros más productivos.</p> <p>Cumplir las normas.</p> <p>Tener personal más proactivo.</p>
	Herramienta	Checklist de 5 S's
	Responsable	Facilitador

Fuente: Elaboración propia.

Se elaboró una propuesta de implementación 5S como se observa en la tabla anterior, donde se tuvo en cuenta para cada fase un objetivo, pasos a realizar, los beneficios que generan su cumplimiento, así como lo que se espera lograr, haciendo uso de una herramienta necesaria y la asignación de una persona responsable.

Posteriormente se realizó el cronograma de implementación 5S, donde se detallan las actividades que conllevan a la realización del trabajo, la secuencia de ellas es dependiente, se necesitará haber culminado una tarea anterior para poder continuar con la siguiente tarea. Se estimó también un tiempo para llevar a cabo las actividades, se designó una fecha y responsable para el cumplimiento de éstas, se puede visualizar a continuación en la siguiente tabla N°71.

Tabla 71. Cronograma implementación 5S

	Cronograma de implementación 5s												Elaborado por: Cinthia Fiorella Cadenillas Acostupa			
													Revisado por: Supervisor de control de calidad			
													Aprobado por: Gerencia general			
													Código: CIP-001			
Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Responsables	Fecha	Hora	
Organización de Comité 5S.																
Planificación de actividades 5S																
Anuncio oficial difusión en la empresa																
Capacitaciones 5S																
Aplicación de Seiri o clasificación en áreas de la empresa.																
Aplicación de Seiton u orden en área piloto en áreas de la empresa.																
Realización de Seiso o limpieza en áreas de la empresa																
Aplicación de Seiketsu o estandarización en áreas de la empresa.																
Aplicación de Shitsuke o disciplina en áreas de la empresa.																
Auditorías internas																
Evaluaciones de resultados																

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6 Nuevos indicadores

A continuación se muestra en la tabla N°72 la estandarización de tiempos, basada en el sistema de Westinghouse y cálculo de tiempos estándares tomando en cuenta la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo.

Tabla 72. Estandarización de tiempos

Tipo	Actividades	Tiempo (min)	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Factor calificación	Tiempo normal	SNP	SF	STP	Suplementos	Tiempo estándar
Transporte	Carga de MP	0.585	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	0.43	5	7	2	1.14	0.49
Cubicado	Ubicación de madera	1.22	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	0.89	5	7	2	1.14	1.02
	Cubicado e inspección de la madera	4.41	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	3.22	5	7	2	1.14	3.67
Transporte	Transporte al área de aserrado	0.74	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	0.54	5	7	2	1.14	0.62
Aserrado	Apilamiento de madera	1.37	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	1.00	5	7	2	1.14	1.14
	Colocación de la madera en mesa de sierra cinta	2.54	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	1.85	5	7	2	1.14	2.11
	Aserrado e inspección de madera	8.83	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	6.45	5	7	2	1.14	7.35
Transporte	Transporte al área de cortado	0.615	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	0.45	5	7	2	1.14	0.51
Cortado	Apilamiento de madera	2.16	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	1.58	5	7	2	1.14	1.80
	Colocación de la madera en mesa de sierra circular	1.51	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	1.10	5	7	2	1.14	1.26
	Cortado e inspección de madera aserrada	6.5	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	4.75	5	7	2	1.14	5.41
	Orden de piezas	1.57	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	1.15	5	7	2	1.14	1.31
Transporte	Transporte a área de secado	0.755	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	0.55	5	7	2	1.14	0.63
Secado natural	Apilamiento de piezas	7.29	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	5.32	5	7	2	1.14	6.07
	Observación visual	3.48	0	0	0	0	1	3.48	0	0	0	1	3.48
Transporte	Transporte al área de cepillado	0.565	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	0.41	5	7	2	1.14	0.47
Cepillado	Apilamiento de piezas	3.02	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	2.20	5	7	2	1.14	2.51
	Colocación de la madera en mesa de cepilladora regruesadora,	1.22	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	0.89	5	7	2	1.14	1.02
	Cepillado de piezas	6.32	-0.1	-0.08	-0.07	-0.02	0.73	4.61	5	7	2	1.14	5.26

Fuente: Empresa

Lo que se muestra en la tabla anterior son los tiempos estándares calculados, para ello se tuvo en cuenta en primer lugar la obtención de los tiempos promedios con el uso de la tabla de Mundel, en base a eso lo que posteriormente se hizo es calcular el tiempo normal, para el cuál se tiene en cuenta el factor de calificación, éste se halla por el sistema de Westinghouse, que evalúa 4 partes, habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Finalmente para determinar el tiempo estándar, se tiene tiempo normal y los suplementos con el uso de la tabla de suplementos por descanso de la OIT (Organización Internacional de Trabajo), en la que consideramos tres tipos de suplementos: por necesidades personales, por fatiga y por trabajo de pie.

En base a la tabla anterior, se presenta en la siguiente tabla N°73 el resumen de tiempos estándar.

Tabla 73. Tiempos estándar

Etapas	Tiempo estándar
Transporte	0,49
Cubicado	4,69
Transporte	0,62
Aserrado	10,60
Transporte	0,51
Cortado	9,77
Transporte	0,63
Secado natural	9,55
Transporte	0,47
Cepillado	8,79

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla anterior los tiempos estándares en las etapas del proceso de producción de madera aserrada, donde el tiempo estándar de la etapa de aserrado es de 10,60 minutos.

- **Diagrama de Operaciones del Proceso**

A continuación se presenta el diagrama de operaciones de proceso.

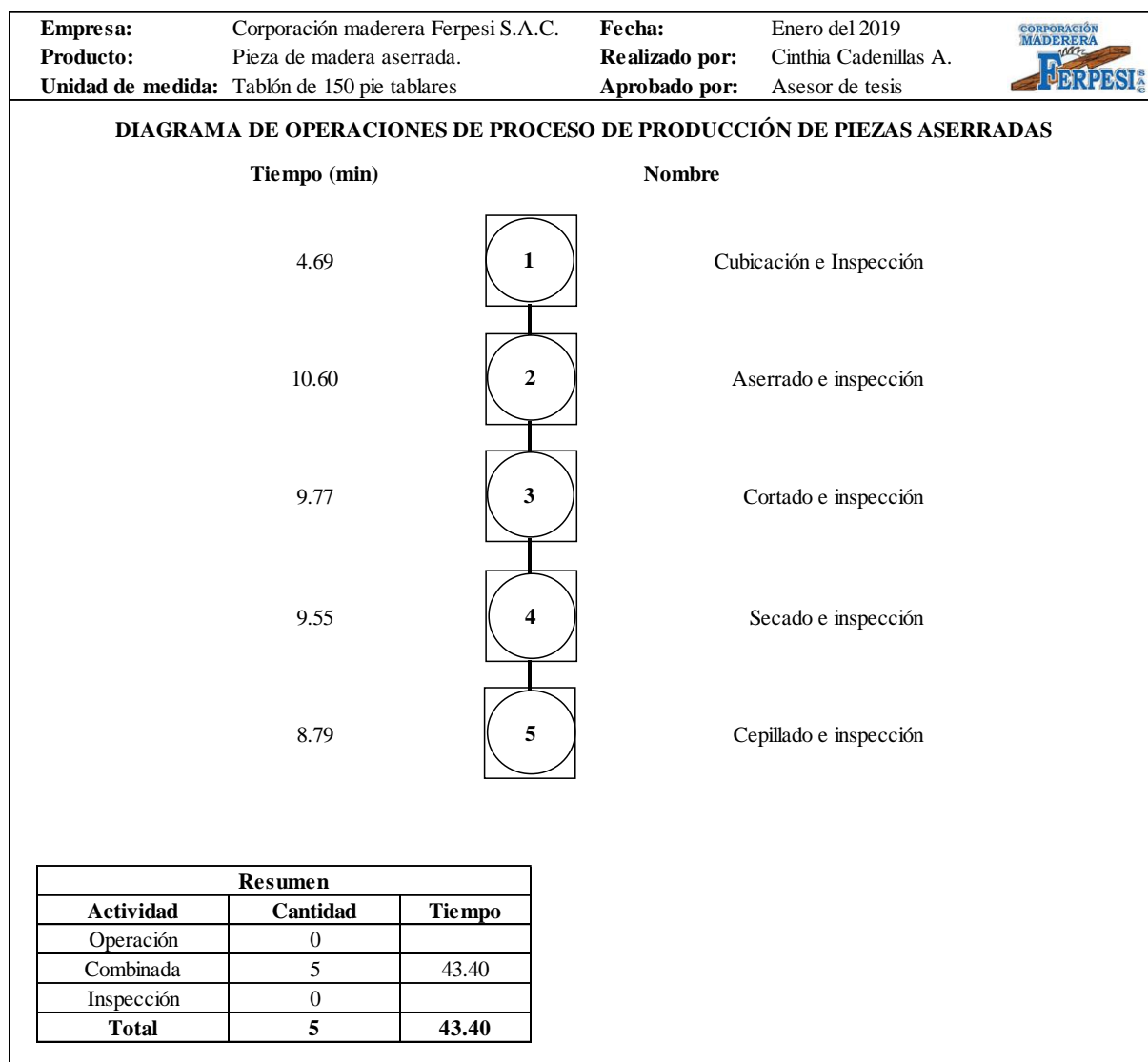


Figura 43. DOP de madera aserrada

Fuente: Empresa

En base a la figura anterior se puede observar que el proceso de la madera aserrada cuenta con 5 operaciones combinadas principales, que incluyen la cubicación, el aserrado, el cortado, el secado y el cepillado. Entre las operaciones se tiene un tiempo de ciclo de 43 minutos con 40 segundos, teniendo como base 150 pies tablares.

- **Diagrama de Análisis de Proceso**

A continuación se presenta el diagrama de análisis de proceso.

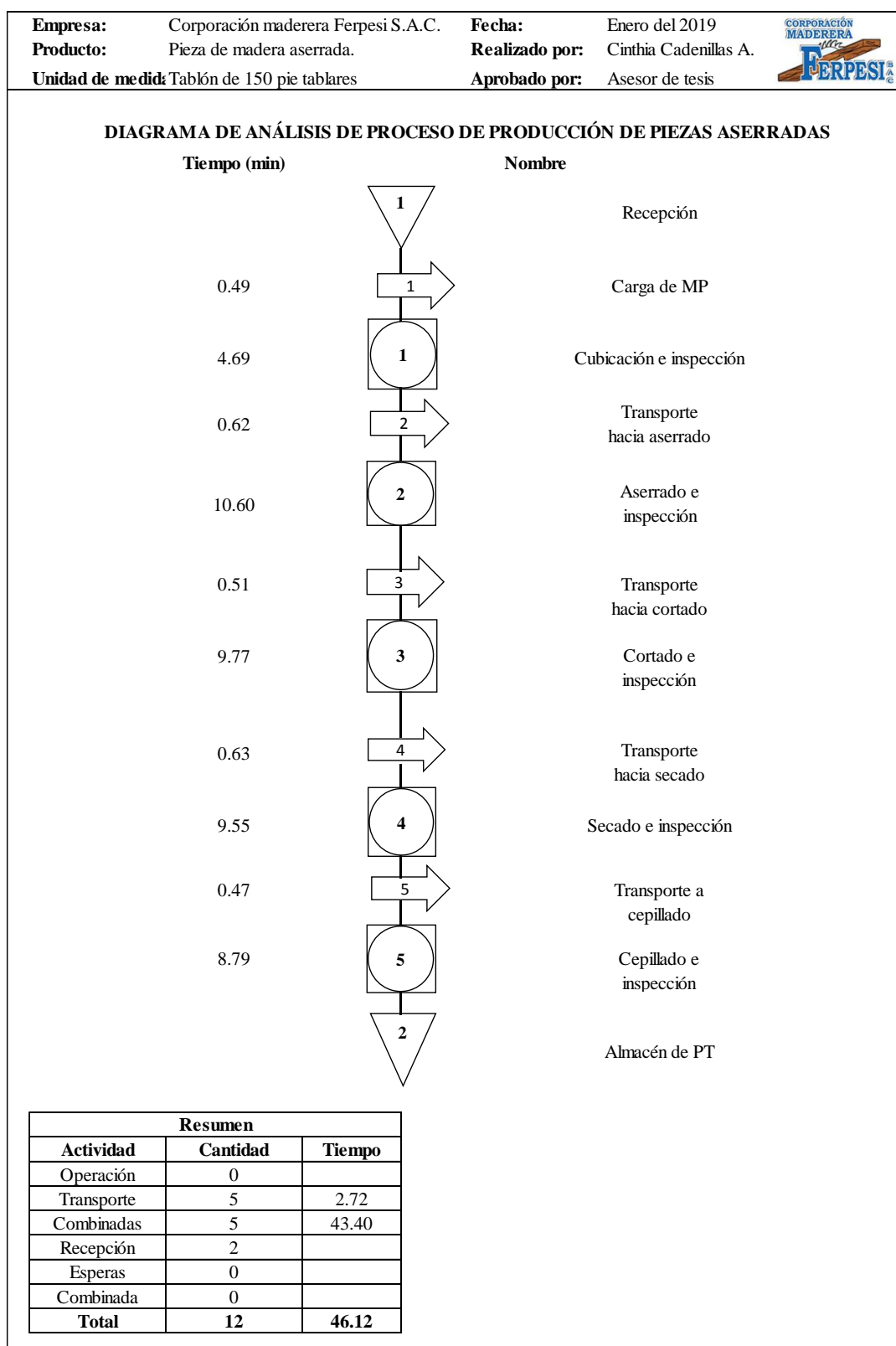


Figura 44. Diagrama de análisis de proceso de madera aserrada.

Fuente: Empresa

El diagrama de análisis de proceso, nos muestra la trayectoria del producto mediante el empleo de símbolos correspondientes a cada actividad, con un total de 5 operaciones combinadas y 5 transportes, para una producción de 150 pies tablares. En base al DAP se muestra el cursograma respectivo.

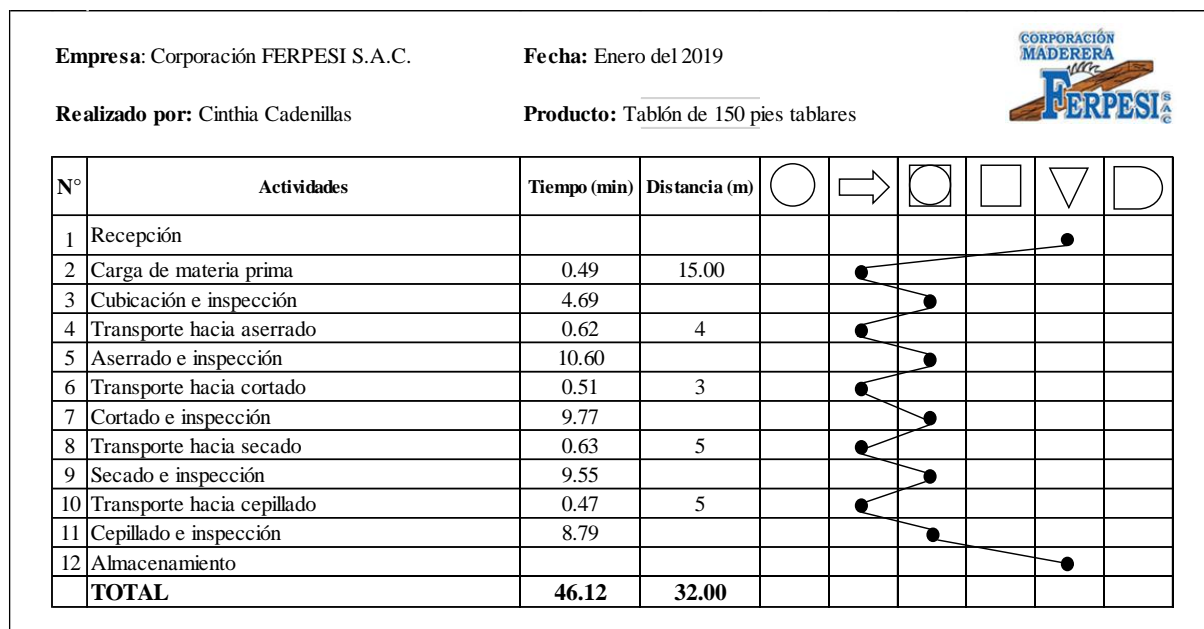


Figura 45. Cursograma para el proceso de la madera aserrada

Dentro del tiempo total del proceso de producción para 150 pies tablares de madera aserrada existe un 94,10% de tiempo productivo, es decir tiempos destinados a la fabricación eficaz del producto terminado como actividades de operación e inspección y combinada de éstos.

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{43,40}{46,12} \times 100 = 94,10 \%$$

Sin embargo, también existe un 5,90% del tiempo total de producción relativo a tiempos de actividades improductivas como tiempos de transporte del material de un área a otra, y tiempos de demora en la cual el producto espera un tiempo para ser procesado.

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{2,72}{46,12} \times 100 = 5,90\%$$

A continuación se presentan los principales indicadores del proceso de madera aserrada.

A. Producción propuesta (basada en tiempo estándar)

Debido a que el nuevo tiempo de cuello de botella ya está estandarizado (incluyendo las habilidades, esfuerzo, condiciones y consistencia con la cual el operario), así como incluir los diferentes suplementos (necesidades básicas, fatiga y trabajo de pie), se tiene una producción propuesta de 7 641,51 pies tablares al día, considerando que en un día se realiza 9 horas de trabajo y que el tiempo máximo para producir 150 pies tablares es de 10,60 minutos según la nueva propuesta de trabajo.

$$\text{Producción} = \frac{\frac{540 \text{ min}}{\text{día}}}{\frac{10.60 \text{ min}}{150 \text{ pies tablares}}} = 7641,51 \frac{\text{pies tablares}}{\text{día}}$$

B. Eficacia de la producción

Únicamente ahora el producto rechazado será el rechazado por descarte (el cual tiene un 100% de pérdida económica en su utilidad), ya que con las propuestas trabajadas se evitará incurrir en producción rechazada por defectos y por dimensionamiento inadecuado. Los niveles de eficacia propuestos se trabajan en base al período en evaluación.

Tabla 74. Niveles de eficacia alcanzado

Mes / Tipo	Producción total	Producción rechazada luego de propuesta	% Producción rechazada	Eficacia
Enero	133 392	21 501	16%	84%
Febrero	134 112	30 083	22%	78%
Marzo	134 640	24 052	18%	82%
Abril	134 640	32 592	24%	76%
Mayo	134 688	22 870	17%	83%
Junio	134 712	24 796	18%	82%
Julio	134 736	25 779	19%	81%
Agosto	134 736	21 315	16%	84%
Septiembre	134 736	47 251	35%	65%
Octubre	135 000	24 980	19%	81%
Noviembre	135 720	24 912	18%	82%
Diciembre	135 840	16 483	12%	88%
Total	1 616 952	316 614	20%	80%

Fuente: Elaboración propia

C. Productividad de materiales

Este indicador nos permitirá medir la relación entre la cantidad de productos terminados y la cantidad de materia prima empleada para dicha elaboración. Como se observa en el siguiente cálculo se obtiene que se procesan 10 000 pies tablares al día (madera descortezada), obteniendo al día 7641,51 pies tablares al día (madera aserrada), lo que da un indicador de productividad de materiales de 0,7641 pies tablares obtenidos por cada pie tablar de madera ingresada

$$\text{Productividad de materiales} = \frac{7641,51 \text{ pies tablares/día}}{10\,000 \text{ pies tablares/día}} = 0,7641 \frac{\frac{\text{pie tablares obtenidos}}{\text{día}}}{\frac{\text{pie tablares ingresados}}{\text{día}}}$$

D. Productividad de mano de obra

Este cálculo permite determinar la cantidad procesada por operario, con relación al producto terminado que sale del proceso, como se observa, se obtiene que se procesarán 636,8 pies tablares al día por operario. La empresa se mantiene con la cantidad de operarios en la línea de producción y 2 nuevos trabajadores en el área de calidad.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{7641,51 \text{ pies tablares / día}}{12 \text{ operarios}} = 636,8 \frac{\text{pies tablares}}{\text{operario} \times \text{día}}$$

G. Productividad económica.

La productividad económica es de 0,48 pies tablares de producto terminado por cada sol invertido para la producción de madera aserrada, éste es el resultado de la división de la producción diaria con respecto al costo de producción total.

El costo de producción total es de S/.15 980,11 como se evidencia en los siguientes puntos.

$$\text{Productividad económica} = \frac{7641,51 \text{ pies tablares/día}}{(590,37 + 15\,206,60 + 183,041)} = 0,48 \frac{\text{pies tablares}}{\text{nuevo sol}}$$

H. Costo de Mano de Obra.

El sueldo mensual de un operario es de S/.930 y recibe un bono mensual de 255 soles. El costo total que la empresa asume al día por los 10 operarios por día es de S/455,77.

$$\text{Costos por operario} = \frac{(\text{S}/.930 + \text{S}/.255)}{26 \text{ días}} \times 10 \text{ operarios} = \text{S}/.455,77/\text{día}.$$

Tabla 75. Costo por operario

Cargo	Cantidad (n°)	Sueldo (S/.)	Beneficios (S/.)	Costo por día (S/./día)	Costo por hora (S/./hora)	Costo por operario (S/./día)
Operarios	10	930	255	31,5	3,5	455,77

Para la propuesta de mejora en la que se implementará el área de control de calidad se contratará nuevo personal, como se observa en la siguiente tabla se contará con 1 supervisor de calidad y un analista.

Tabla 76. Costo por nuevo personal

Cargo	Cantidad (n°)	Sueldo (S/.)	Beneficios (S/.)	Costo por día (S/./día)	Costo por hora (S/./hora)	Costo total por día por ambos trabajadores
Analista de calidad	1	1200	300	57,7	6,4	134,6
Supervisor de Calidad	1	1700	300	76,9	8,5	

En total se tiene un costo por mano de obra por día de 590,37 soles. Este costo incluye a los 10 operarios y a los 2 nuevos trabajadores del área de control de la calidad.

G. Costo de Materiales

Se tiene en cuenta que el costo por producir un pie tablar es de S/.1,99, como se detalla en la siguiente tabla N°77:

Tabla 77. Costo de materiales

Materiales directos				
Ítem	Unidad de compra	Precio (S/.)	Índice de consumo	Costo por pie tablar
Madera de Tornillo	Pie Tablar	1.8	1	1,8
Costo Total de Materiales Directos				1,8
Materiales indirectos				
Aceite de engrase para maquinaria	Galón	15.8	0,01	0,16
Energía	kW.h	0.49	0.040	0,02
Costo Total de materiales indirectos				0,18
Total Costo				1,99

Al día se producen en promedio 7641,51 pies tablares, por lo que se obtiene un costo por materiales de S/15 206,60 /día. Se calcula por lo tanto el costo de materia prima.

$$\text{Costo de materia prima diaria} = \frac{\text{S/.1, 99}}{\text{pie tablar}} \times \frac{7641,51 \text{ pies tablares}}{\text{día}} = \text{S/.15 206,60/día.}$$

H. Suministros

Durante el mes se tiene un recibo promedio de 40 soles en agua, lo que equivale a un consumo diario en agua de 1,67 soles. En energía, se tiene un consumo de 370,15 Kw/día, lo que equivale, a un costo de 0,49 el kW, una inversión en energía diario de 181,37 soles.

A continuación se presenta el detalle del consumo en kWh por las distintas áreas de la empresa.

Tabla 78. kWh por equipos y/o áreas

Equipo / Área	kWh
Sierra cinta	29,828
Cepilladora Regruesadora	7,457
Sierra circular	2,98
Otras áreas (Servicios higiénicos, oficina y almacén)	0,86
kWh	41,1278
kW por turno de 9 horas	370,1502

En total se tiene un consumo por suministros de 183,041 soles por día, como se muestra en la siguiente tabla N°79:

Tabla 79. Costos de suministros

Costo energía en soles día	181,374
Costo Agua en soles día	1,667
Costo Total Suministros en soles día	183,041

$$\text{Productividad} = \frac{7641,51 \text{ pies tablares al día.}}{\frac{\text{S/.183,041}}{\text{día}} + \frac{\text{S/.1,67}}{\text{día}}} = 41,37 \frac{\text{pies tablares de P.T}}{\text{soles de energía y agua}}$$

I. Costo total de producción diaria

Para determinar el costo total de producción diaria, se consideró el costo de materiales, mano de obra y suministros, como se muestra en la siguiente tabla N°80.

$$\text{Costo total de producción} = S/.590,37 + S/.15\,206,60/\text{día} + S/.183,041/\text{día} = S/.15\,980,11/\text{día}.$$

Tabla 80. Costo de producción

Costo	Total
Costo de Materiales	S/.15 206,60/día
Costo de Mano de Obra	S/. 590,37/día
Costo de Suministro	S/.183,041/día
Total	S/.15 980,11/día
Costo de producción por pie tablar	S/.2,08

Fuente: Empresa

J. Capacidad o producción teórica

Teóricamente la producción teórica vendría a ser la capacidad real debido a que en la propuesta se está trabajando con el tiempo estandarizado calculado.

$$\text{Capacidad teórica} = \frac{7641,51 \text{ pies tablares}}{\text{día}}$$

K. Capacidad real.

La capacidad real viene determinada por el tiempo estandarizado

$$\text{Capacidad real} = \frac{7641,51 \text{ pies tablares}}{\text{día}}$$

L. Eficiencia de planta

La eficiencia de la empresa es del 100% que resulta de la división entre la capacidad real y la capacidad teórica. Debido a que es el mismo valor en ambas, el dato es de 100%.

M. Eficiencia económica.

Para el cálculo de la eficiencia económica se procede a dividir los ingresos entre los costos de producción. El precio de venta por pie tablar es de 3,50 soles.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\frac{S/.3,50}{\text{pie tablar}} \times \frac{7641,51 \text{ pies tablares}}{\text{día}} - \frac{40104 \text{ soles}}{26 \text{ días}}}{\frac{S/.15\,980,11/\text{día}}{\text{día}}} = 1,58 \text{ soles}$$

Esto quiere decir que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 0,58 soles.

Con la propuesta de mejora detallada anteriormente, la empresa logra alcanzar el estándar de calidad, lo que conlleva lograr el cumplimiento de la Norma Técnica Peruana para madera aserrada en el proceso productivo de la Corporación Maderera Ferpesi S.A.C. Por tanto la empresa logra alcanzar el estándar de calidad mayor o igual al 95%, lo que significará que el nivel del cumplimiento es excelente, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 81. Indicador de estándar de calidad alcanzado en la empresa

Indicador	Estándar de calidad (%)	Calificación
Porcentaje de cumplimiento de la Norma Técnica Peruana para madera aserrada en el proceso productivo de la Corporación Maderera Ferpesi S.A.C	$\geq 95\%$	Excelente
	80% - 94%	Bueno
	60% - 79%	Regular
	40% - 59%	Menos que regular
	0% - 39%	Pobre

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se evidencia en el siguiente cuadro resumen de indicadores, los resultados obtenidos a raíz de la propuesta de mejoras en el proceso productivo de la madera aserrada, que han sido comparados con los resultados obtenidos de los indicadores en la que se encontraba inicialmente en la empresa. (Ver tabla N°82)

Tabla 82. Cuadro resumen de indicadores

Nombre de indicador		Situación anterior	Situación propuesta	Mejora
	Lote (pie tablares)	150	150	-
	Cuello de botella (min)	12,74	10,6	-16,8%
	Tiempo promedio (min)	57,96	46,12	-20,43%
	Días trabajados mes	26 días	26 días	-
	Cantidad de trabajadores	10	12	+20%
Producción	Producción teórica (pie tablar/día)	6 357		+20%
	Producción promedio (pie tablar/día)	5 182,54	7641,51	+45,45%
	Producción real (pie tablar / día)	5 224,62		+24%
Productividad	Productividad de materiales (pie tablares obtenidos /pie tablares ingresados)	0,52	0,76	+49,02%
	Productividad de M.O (pies tablares/operario)	518,2	636,8	+22,88%
	Productividad económica (pies tablares/S./día)	0,47	0,48	+2,13%
	Productividad suministros (pies tablares/S./energía y agua)	28,06	41,37	+47,43%
	Costo total de M.O (S./día)	455,77	590,37	+29,53%
Costos de producción	Costo de materiales (S./día)	10 313,25	15 206,60	+47,45%
	Costo de suministro(S./día)	183,041	183,041	-
	Costo total de producción(S./día)	10 952,06	15 980,11	+45,12%
	Costo de producción (S./pie tablar)	2,11	2,09	-0,95%
Eficiencia	Eficiencia económica	1,36	1,58	+15,4%
	Eficiencia de la planta	81,5%	100%	+22,7%
Capacidad	Capacidad teórica (pies tablares/día)	6357	7641,51	+20,21%
	Capacidad real (pies tablares/día)	5 182,54	7641,51	+47,44%
Calidad	Producción rechazada promedio mes en pies tablares	67 778	26384,5	-61,07%
Impacto económico	Producción rechazada promedio mes en soles	83 556,6	40104,5	-52%
Eficacia	Eficacia de producción promedio mes en porcentaje	50%	80%	60%
	Actividades productivas	88,75%	94,10%	+6,02%
	Actividades improductivas	11,25%	5,90%	-47,55%
	Procedimientos elaborados y aprobados	0%	100%	-
	Personal capacitado	0%	100%	-
	Total tiempo de transportes por unidad de estudio de 150 pies tablares	6,52 minutos	2,72 minutos	-58,28%
	Total distancia por unidad de estudio de 150 pies tablares	61,5 metros	32 metros	-47,97
	Porcentaje de cumplimiento 5S	69,23%	100%	+44,45

Fuente: Elaboración propia

3.3 Objetivo 3: Realizar el análisis costo beneficio de la propuesta

En este objetivo se realizó el análisis costo beneficio de la propuesta realizada. Para ello, en primer lugar se calcularon los beneficios del proyecto.

3.3.1 Beneficios

Para determinar los beneficios fue necesario en primer lugar realizar un pronóstico de la demanda. Se utilizó el método de regresión lineal, debido a que el coeficiente de correlación era del 88%, con una pendiente positiva. A continuación en la siguiente tabla N°83, se muestra el pronóstico para el año 2020 a 2024.

Tabla 83. Pronóstico de la demanda proyectada de madera aserrada de los próximos 5 años con regresión lineal.

AÑO	Pronóstico (pies tablares)
2019	1 616 952,00
2020	1 639 390,26
2021	1 661 829,78
2022	1 684 269,30
2023	1 706 708,82
2024	1 729 148,34

Fuente: Elaboración propia.

El precio de venta en los últimos años se ha mantenido en 3,5 soles, y teniendo en cuenta una eficacia del 80% a continuación se presenta los beneficios proyectados para los próximos 5 años en la siguiente tabla N°84.

Tabla 84. Beneficios proyectados

AÑO	Pronóstico (pies tablares)	Eficacia	Precio de Venta	Beneficio Proyectados (S/.)
2020	1 639 390,26	80%	3,5	S/. 4 590 292,73
2021	1 661 829,78	80%	3,5	S/. 4 653 123,38
2022	1 684 269,30	80%	3,5	S/. 4 715 954,04
2023	1 706 708,82	80%	3,5	S/. 4 778 784,70
2024	1 729 148,34	80%	3,5	S/. 4 841 615,35

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Costos e Inversiones

En primer lugar se determinará el costo de producción proyectado y posteriormente las inversiones, las cuales se dividen en inversiones tangibles e inversiones intangibles.

Costos de producción proyectados

A continuación en la siguiente tabla N°85 se muestran los costos de producción proyectados desde el 2020 al 2024.

Tabla 85. Costos de producción proyectados

AÑO	Pronóstico (pies tablares)	Eficacia	Costo por pie tablar	Costo de producción Proyectados (S/.)
2020	1 639 390,26	80%	2,09	S/. 2 741 060,51
2021	1 661 829,78	80%	2,09	S/. 2 778 579,39
2022	1 684 269,30	80%	2,09	S/. 2 816 098,27
2023	1 706 708,82	80%	2,09	S/. 2 853 617,15
2024	1 729 148,34	80%	2,09	S/. 2 891 136,02

Fuente: Elaboración propia.

Inversión fija tangible

La inversión tangible está dada con respecto a las modificaciones de la infraestructura, maquinaria y equipos a adquirir. Estas resultaron del análisis de cada una de las mejoras propuestas en la redistribución de planta, diseño de puestos de trabajo, reducción del cuello de botella, entre otras. La inversión fija tangible obtenida en total es de S/. 160 160.

a. Infraestructura

El costo total en infraestructura es de S/. 78 500. En la tabla N°86, se especifica el valor económico de cada elemento necesario para las modificaciones, las cuales se realizarán en todas las áreas de trabajo debido a la nueva propuesta de distribución de planta, entre ellas se detallan los costos de obra civil, ladrillos, cemento, herramientas, utensilios de baño, conexiones y fierros.

Tabla 86. Costo total en infraestructura

Elemento	Costo
Obra Civil	35 000
Ladrillos	20 000
Cemento	5 500
Herramientas	2 800
Utensilios de baño	4 200
Conexiones	5 000
Fierros	6 000
Total	78 500

Fuente: Elaboración propia.

b. Acondicionamiento

El costo de acondicionamiento se ha considerado para el área de control de calidad con un total de S/.29 115. En la propuesta de estandarización de puestos de trabajo en las etapas de cubicación, aserrado, cortado, secado y cepillado de madera, se le adhirió la inspección de las mismas y para ello se propuso mandar hacer una oficina para el personal de control de calidad para el cual se requerirá realizar las divisiones mediante el uso de Drywall, así mismo en el presupuesto de equipos de oficina se consideró el costo de los elementos necesarios para la instalación de ésta. En la tabla N°87, se muestran los costos a detalle.

Tabla 87. Costos de acondicionamiento de planta

Descripción	Cantidad (unidades)	Precio unitario (soles)	Valor monetario (soles)
Muros con sistema Drywall	25	75	1 875
Escritorio + Librero Materiales	5	1 600	8 000
Silla	8	180	1 440
Computadora	2	6 900	13 800
Folders y útiles	10	400	4 000
Total			29 115

Fuente: Elaboración propia.

c. Herramientas y equipos

Para determinar el presupuesto de los equipos y herramientas para los puestos de trabajo de producción y control de calidad se consideró el precio por unidad y la cantidad de unidades a comprar que la propuesta determina como necesarios sumando un monto económico de S/. 33 225, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 88.Herramientas y equipos

Descripción	Cantidad (unidades)	Precio unitario (soles)	Valor monetario (soles)
<u>Herramientas</u>			
Botiquín	5	150	750
Andamio de aluminio con ruedas	4	850	3 400
Colgador	10	100	1 000
Plumón marcador de madera	50	15	750
Repisas de madera	6	150	900
Clavos	500	1	500
Escobones	5	18	90
Pintura Tráfico	5	45	225
Brocha	10	18	180
Escaleras de madera	4	120	480
Extintor	5	150	750
Señalizaciones	8	100	800
Papel para documentación	50	150	7 500
<u>Equipos</u>			0
Xilohigrómetro	2	3 000	6 000
Carretilla de acero para carga	4	450	1 800
Sierras de Corte	5	1 500	7 500
Wincha métrica	5	120	600
Total			33 225

Fuente: Elaboración propia.

d. EPP

Los EPP's (Ver Anexo N°7) , fueron recomendados usar obligatoriamente en los puestos de trabajo de los operarios, debido a que esto permite que estén más seguros al realizar sus actividades, evitando lesiones y daños a su integridad física a corto o largo plazo. El costo total por año en equipos de protección personal será de S/.19 320 como se muestra en la siguiente tabla N°89.

Tabla 89. Equipos de protección personal

Descripción	Cantidad	Precio unitario (soles)	Valor monetario (soles)
Uniforme conjunto básico	24	100	2 400
Fajas para la columna	24	50	1 200
Calzado contra impactos	24	180	4 320
Careta visor para aserrado y cepillado	24	150	3 600
Cascos de seguridad	24	120	2 880
Tapaboca Tek Protect	50	15	750
Protectores Auditivos CM 501	24	80	1 920
Anteojos de protección	50	25	1 250
Guantes en lona con puntos PVC	50	20	1 000
Total			19 320

Fuente: Elaboración propia.

Inversión fija intangible

a. Costos de estudios e investigación

La inversión intangible o diferida, es la inversión previa realizada necesariamente para la investigación pre operativo del proyecto, para ello se tomó en cuenta el costo de estudios siendo estos los costos hechos en pasajes, internet, útiles de escritorio y comunicación obteniéndose un monto de S/.8 700 como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 90. Costos de estudios e investigación

Estudios Preliminares	Costo (S/.)
Pasajes	800
Internet	1 500
Útiles de escritorio	900
Comunicación	1 000
Formatos	2 000
Norma Técnica Peruana	2 500
Total	8 700

Fuente: Elaboración propia.

b. Costos de documentación y propuestas de mejora

Para llevar a cabo el plan de mejora propuesto se tuvo en cuenta los costos de documentación y propuestas de mejora, aquellos que son necesarios y detallados a continuación en la siguiente tabla N°91. Se obtiene un total S/.38 000.

Tabla 91. Costos de documentación y propuestas de mejora

Elementos	Costo (S/.)
Documentación	8 000
Propuesta 5S	10 000
Propuesta de Gestión de calidad	15 000
Consultoría	5 000
Total	38 000

Fuente: Elaboración propia.

c. Costos de capacitaciones

Así mismo dentro de la inversión fija intangible se ha considerado los costos de capacitación. A continuación, se muestran los costos totales detallados por cada programa de capacitación, obteniéndose un monto total de S/3 000 como se observa en la siguiente tabla N°92.

Tabla 92. Costo total de capacitaciones

Sesión	Programas de capacitación	Costo total (soles)
1	Mejora de proceso productivo maderero.	500
2	Optimización de recursos.	500
3	Importancia del aseguramiento y control de calidad en el proceso productivo maderero.	500
4	Importancia de la estandarización de procesos.	500
5	Importancia de la seguridad y salud en el trabajo.	500
6	Habilidades blandas.	500
	Total	3 000

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la Tasa mínima de Aceptación de Rendimiento

Se realiza el cálculo de este indicador como referencia para determinar si se generarán ganancias o no en el proyecto. Si el TIR no es superior al TMAR, este proyecto no será aprobado ya que no será viable.

En la siguiente tabla se presentan todos los datos usados para determinar el TMAR. La tasa de inflación según el INEI en el año 2020 fue equivalente a 2%, la cual sumada al porcentaje de ganancia esperada por el inversor es de 15%, por otro lado se tiene que la empresa decide realizar la inversión al 100% del proyecto. El TMAR obtenido es de 17%.

La tasa mínima aceptable de rendimiento para la presente investigación fue del 16,9%, siendo este menor al TIR calculado, por lo que el proyecto para la empresa es rentable.

Tabla 93. Cálculo de TMAR (%)

TMAR	% Tasa inflacionaria	% De lo que se piensa ganar	
Inversión Propia	2%	15%	17%
Inversión Financiada		0%	0%
	% de aporte	TMAR	Ponderado
Inversión Propia	100%	17%	16,9%
Inversión Financiada	0%	0	0%
TMAR GLOBAL			16,9%

Fuente: Elaboración propia.

Flujo de caja

A continuación se presenta en la tabla N°94 el flujo de caja proyectado.

Tabla 94. Flujo de caja proyectado

BENEFICIOS	Unidad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producción	Pie tablar		1 639 390,26	1 661 829,78	1 684 269,30	1 706 708,82	1 729 148,34
Eficacia 80%	%		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Venta	Pie tablar		1 311 512,21	1 329 463,82	1 347 415,44	1 365 367,06	1 383 318,67
Precio de Venta por Pie Tablar	S/.		S/ 3,50	S/ 3,50	S/ 3,50	S/ 3,50	S/ 3,50
Total beneficios	S/.		S/ 4 590 292,73	S/ 4 653 123,38	S/ 4 715 954,04	S/ 4 778 784,70	S/ 4 841 615,35
Costo de producción por Pie Tablar	S/.		S/ 2,09	S/ 2,09	S/ 2,09	S/ 2,09	S/ 2,09
Costo total de producción	S/.		S/ 2 741 060,51	S/ 2 778 579,39	S/ 2 816 098,27	S/ 2 853 617,15	S/ 2 891 136,02
Total de ingresos	S/.		S/ 1 849 232,21	S/ 1 874 543,99	S/ 1 899 855,77	S/ 1 925 167,55	S/ 1 950 479,33
Inversión fija tangible							
Infraestructura	S/.	S/ 78 500,00					
Acondicionamiento	S/.	S/ 29 115,00					
Herramientas y equipos	S/.	S/ 33 225,00					
EPP's	S/.	S/ 19 320,00	S/ 19 320,00	S/ 19 320,00	S/ 19 320,00	S/ 19 320,00	S/ 19 320,00
Total de inversión fija tangible	S/.	S/ 160 160,00					
Inversión fija intangible							
Estudios e investigación	S/.	S/ 8 700,00					
Documentación	S/.	S/ 38 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00
Capacitaciones	S/.	S/ 3 000,00	S/ 3 000,00	S/ 3 000,00	S/ 3 000,00	S/ 3 000,00	S/ 3 000,00
Total de inversión fija intangible	S/.	S/ 49 700,00					
Imprevistos	S/.	S/ 20 986,00					
Inversión total	S/.	S/ 230 846,00					
Inversión propia	S/.	S/ 230 846,00					
Inversión financiada	S/.	S/ 0,00					
UTILIDAD BRUTA	S/.		S/ 1 821 912,21	S/ 1 847 223,99	S/ 1 872 535,77	S/ 1 897 847,55	S/ 1 923 159,33
Depreciación	S/.		-S/ 1 932,00	-S/ 1 932,00	-S/ 1 932,00	-S/ 1 932,00	-S/ 1 932,00
Utilidad sin Impuestos	S/.		S/ 1 819 980,21	S/ 1 845 291,99	S/ 1 870 603,77	S/ 1 895 915,55	S/ 1 921 227,33
Impuestos (30%)	S/.		S/ 545 994,06	S/ 553 587,60	S/ 561 181,13	S/ 568 774,66	S/ 576 368,20
Depreciación	S/.		S/ 1 932,00	S/ 1 932,00	S/ 1 932,00	S/ 1 932,00	S/ 1 932,00
UTILIDAD NETA	S/.	-S/ 230,846,00	S/ 1 275 918,15	S/ 1 293 636,39	S/ 1 311 354,64	S/ 1 329 072,88	S/ 1 346 791,13

Fuente: Elaboración propia.

Finalizado el flujo de caja se determinaron los siguientes indicadores de rentabilidad. Se obtuvo que el VNA es de S/. 12 149 379,11, así mismo, al comparar el TIR de 554 % y el TMAR de 16,9 %, se asegura una alta rentabilidad del proyecto, es decir, se debe invertir.

Tabla 95. Cuadro de resumen de indicadores de rentabilidad

B/C	S/.1,89
VNA	S/. 12 149 379,11
TIR	554%
TMAR	16,9

Período de recuperación

En base a lo presentado, se procede a calcular el período de recuperación con las utilidades netas, inversión y saldos.

Tabla 96. Cálculo de períodos de recuperación

Año	0	1	2	3	4	5
Utilidad neta		S/. 1 275 918,15	S/. 1 293 636,39	S/. 1 311 354,64	S/. 1 329 072,88	S/. 1 346 791,13
Inversión	-S/. 230 846,00					
Saldo		S/. 1 045 072,15	S/. 2 338 708,54	S/. 3 650 063,18	S/. 4 979 136,07	S/. 6 325 927,20

El período de recuperación es de 66, 08 días, es decir 2 meses y 5 días aproximadamente.

Finalmente se determinó el análisis costo-beneficio que es el indicador neto de rentabilidad y se obtiene de dividir los ingresos totales netos entre el valor de los costos de producción y la inversión de las propuestas. Según la fórmula usada el beneficio costo obtenido es de S/1,89, por lo que podemos concluir que por cada sol invertido se tendrá una ganancia de S/0,89.

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{VNA(Ingresos)}}{\text{VNA(Costos+Inversión)}}$$

$$\text{Beneficio/Costo} = \text{S/1,89}$$

IV. Conclusiones

Para el cumplimiento del objetivo general se logró alcanzar estándares de calidad mayor o igual al 95% con un nivel de cumplimiento excelente, a lo largo del proceso productivo de madera aserrada en la Corporación Maderera FERPESI S.A.C, mediante el diseño de documentación que permita implementar en la empresa las NTP. 251,101; 251,102; 251,118; 251,115; 251,103 y 251,104. Esto permite aumentar la eficacia en el proceso productivo de un 50% a un 80%.

Para el cumplimiento del primer objetivo específico se diagnosticó que no se logra alcanzar estándares de calidad de madera aserrada debido a diferentes causas, entre las que se detallan una ausencia de control de la calidad, lo que conlleva a una producción rechazada promedio mes de 67 788 pies tablares, Otra causa es el método empírico de trabajo, con un indicador de 0% de documentación diseñada, aprobada y que no tiene en cuenta las normas técnicas peruanas de la madera aserrada. Una siguiente causa es el personal no capacitado, con un 0% de capacitación en los operarios en el período en estudio, A continuación, con un layout que genera tiempos de transporte y distancias elevadas (6,52 minutos y 61,5 metros por lote de 150 pies tablar) y finalmente como última causa la presencia de desorden y falta de limpieza, con un porcentaje de cumplimiento de un Checklist 5S de 69,23%. Esto le genera a la Corporación Maderera FERPESI S.A.C que no logre alcanzar estándares de calidad según la normativa peruana, generando a su vez un impacto económico en contra de 83 556,6 soles promedio al mes, y al año de 1 002 679,25 soles en el año de estudio.

Para el segundo objetivo específico se propone dar solución a la problemática de la empresa, se plantearon 5 propuestas para dar solución a las diferentes causas. La primera propuesta fue implementar un área de control de la calidad, de la mano de un sistema de gestión de la calidad. Para ello, se diseñó el puesto de trabajo de control de la calidad y se realizó la caracterización del proceso de control de la calidad, acompañado del diseño de procedimientos que van de acorde a la normativa peruana de madera aserrada, en específico, de las NTP. 251,101; 251,102; 251,118; 251,115; 251,103 y 251,104. Fue necesario contratar a 2 personas para el área de control de la calidad. Asimismo, se propuso un plan de capacitación que estuvo de acorde a las necesidades del personal operario de la empresa, posteriormente se procedió a plantear una distribución de planta adecuada, basada en el método SLP y por último se propuso un guía de implementación de las 5S. Todas las propuestas previamente mencionadas permitieron a la

empresa disminuir su cuello de botella en 16,8%; su tiempo de ciclo en 20,43%, aumentar la cantidad de trabajadores en un 20%, aumentar la producción promedio en un 45,45%, aumentar la eficiencia económica en un 15,4% y sobre todo aumentar la eficacia de la planta de un 50% a un 80%, debido a la disminución de producción rechazada por defectos y dimensionamiento inadecuado.

Finalmente, el proyecto demostró ser rentable luego del análisis costo beneficio realizado, con una inversión total de 230 846 soles, un valor neto actual a 5 años de 12 149 379,11 soles, un TMAR del 16,9 % y un período de recuperación de 2 meses y cinco días.

V. Recomendaciones

El presente trabajo servirá como antecedente para futuras investigaciones en empresas del mismo rubro de la industria maderera, Se recomienda posibles temas de investigación que podría ser abordados desde el enfoque de la mejora continua en las maquinarias de la empresa, pudiendo aplicar metodologías como TPM (Gestión de Mantenimiento Total) y OEE (Eficiencia global de los equipos).

VI. Referencias

- [1] M. J. Arévalo Haro, J. N. Cambal Condo y V. E. Araque Cachiguango, «Gestión de la calidad en empresas de servicios: Evaluación de la empresa inmobiliaria crea en la provincia de Pastaza.,» *Revista Investigación Operacional*, p. 425, 2020.
- [2] A. D. Pulido Rojano, A. Ruiz Lázaro y L. E. Ortiz Ospino, «Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas,» *Ingeniare*, vol. 28, n° 1, p. 57, 2020.
- [3] ITP/CITE madera- Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera., «La Industria de la madera en el Perú.,» FAO, Lima, 2018.
- [4] A. B. Cisneros, S. Nisgoski, J. G. Moglia y M. Córdoba, «Colorimetría en la madera de Prosopis alba.,» *Maderas. Ciencia y tecnología.*, pp. 393 - 404, 2019.
- [5] A. G. Alfredo, D. M. Roberto, L. Acuña Rello y J. C. Piter, «Influencia de las dimensiones de las dimensiones de la sección transversal sobre la resistencia a flexión en madera aserrada de Populus deltoides cultivado en Argentina,» *Maderas. Ciencia y Tecnología*, pp. 587- 598, 2016.
- [6] W. L. Esteves Magalhães, G. I. Bolzon de Muniz y M. G. Lomelí Ramírez, «Estudio de la productividad de corte en madera Pinus elliottii. Utilizando un prototipo de aserradero portátil.,» *Maderas, Ciencia y tecnología.*, pp. 43 -52, 2010.
- [7] R. A. Acosta y J. Martínez López, «Productividad del aserrado de machiche Lonchocarpus castilloi Standl en Tres Garantías, Quintana roo, México,» *Madera y Bosques.*, pp. 7 - 26, 2012.
- [8] M. Coronel de Renolfi, F. Díaz, G. Cardona y A. P. Ruiz, «Tiempos, rendimientos y costos del aserrado de Algarrobo blanco (Prosopis alba) en Santiago del Estero, Argentina.,» *Revista de Ciencias Forestales – Quebracho*, vol. 20, n° 1,2, pp. 15 - 28, 2012.
- [9] J. A. Nájera Luna, O. A. Aguirre Calderon, E. J. Treviño Garza, J. Jimenez Pérez, E. Jurada Ybarra, J. J. Corral Rivas y B. Vargas Larreta, «Rendimiento volumétrico y calidad dimensional de la madera aserrada en aserrados de el Salto, Durango.,» *Rev.Mex. Cien. Vol 2*, pp. 78 - 81, 2011.
- [10] «FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/home/search/es/?q=madera%20aserrada>.
- [11] P. Santiago Puertas, C. Guevara Salnicov y M. Espinoza Linares, *Manual de transformación de la madera*, Pucallpa, 2013.
- [12] L. T. López Chalarca, L. Y. Vega Rodriguez, C. D. Rendón Colorado y S. Tobón Rojas, «Caracterización de los residuos de la industria maderera para su aprovechamiento en diferentes aplicaciones,» *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 38, n° 1, pp. 106-124, 2020.
- [13] «Informe Quincenal de la Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía.,» Lima, 2005.
- [14] Pérez, Gestión por Procesos, Madrid: ESIC, 2010.
- [15] Ó. Vásquez Gervasi, «Apuntes de estudio de ingeniería de métodos,» 2012. [En línea]. Available: http://issuu.com/oscarvgervasi/docs/ingenier_a_de_m_todos. [Último acceso: 03/06/2020 Junio 2020].
- [16] Krajewski, Ritzman y Malhotra, Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor, México: Pearson Educación, 2008.

- [17] H. Gutiérrez Pulido, *Calidad Total y Productividad*, México: Mc Graw Hill, 2010.
- [18] García, *Estudio del trabajo.*, Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2005.
- [19] Meyers, *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil*, Madrid: Pearson Education, 2000.
- [20] B. W. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo.*, Mc Graw Hill.
- [21] J. C. Hernández Matías, *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación.*, Madrid: Fundación EOI, 2013.
- [22] Heizer, *Dirección de la producción y de operaciones: decisiones estratégicas.*, Madrid: Pearson Education, 2007.
- [23] P. Ortega y A. Gamez, «Teoría de la topogénesis,» 2010. [En línea]. Available: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/115297/6_04_Paola%20Ortega_FI. [Último acceso: 2020].
- [24] M. García P., L. Ráez G, M. Castro R., L. Vivar M. y L. Oyola V., «Sistema de indicadores de calidad,» *Notas Científicas*, vol. 6, nº 2, pp. 66 -73, 2003.
- [25] J. J. Mira y J. Gómez, «Criterio. Indicador y Estándar,» Elche, 2000.
- [26] P. Villegas Cotrin, «Emprender. La web de los emprendedores,» 25 02 2020. [En línea]. [Último acceso: 1 12 2020].
- [27] J. F. Vilar Barrio, F. F. Gómez y M. M. Tejero, *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*, Madrid: Fundación Confemetal, D.L., 1997.
- [28] M. Ramírez y V. Gisbert, «Lean Manufacturing : implantación 5S,» *3C Tecnología*, vol. 5, nº 4, pp. 16 - 26, 2016.
- [29] PROGRESSA LEAN, «Expertos en modelo de Gestión Lean y Mejora continua,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.progressalean.com/5w2h-tecnica-de-analisis-de-problemas/>. [Último acceso: 2019].
- [30] E. Vivanco, «Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización,» *Scielo*, vol. 9, nº 3, 2017.
- [31] E. d. o. Industrial, «Modelo de un plan de capacitación,» Mayo 2013. [En línea]. Available: <https://www.eoi.es/blogs/mintecon/2013/05/14/modelo-de-un-plan-de-capacitacion-2/>.
- [32] Cuatrecasas, *TPM hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*, Barcelona: Gestión, 2000.

VII. Anexos

Anexo 1. Requisitos y clasificación por defectos de la madera aserrada. (NTP 251.101. 1988)

Objetivo:

La presente norma establece las definiciones y la clasificación de los defectos que se presentan en la madera aserrada.

Clasificación:

Los defectos que se presentan en la madera aserrada (Ver tabla N°97) se clasificarán en:

Tabla 97. Clasificación de defectos que se presentan en la madera aserrada.

Defectos o irregularidades producidos por separación del leño.	Grieta Escamadura o acebolladura Rajadura
Defectos o irregularidades de la anatomía de la madera.	Corteza incluida. Duramen quebradizo. Fracturas o fallas de compresión. Grano inclinado. Médula incluida. Parénquima en bandas. Nudos: <u>Según su forma sobre la superficie de la pieza</u> Nudo ovalado. Nudo redondo. <u>Según su posición en la pieza.</u> Nudo en la arista. Nudo en el canto. Nudo en la cara. <u>Según su agrupación.</u> Nudos agrupados. Nudos dispersos. Nudos en racimo. <u>Según su adherencia en la pieza.</u> Nudo fijo. Nudo suelto o hueco <u>Según la condición del nudo</u> Nudo sano Nudo malsano
Defectos o irregularidades causadas por hongos u otros agentes.	Mancha Moho Pudrición
Defectos o irregularidades causados por insectos xilófagos.	Perforaciones grandes Perforaciones pequeñas
Defectos o irregularidades producidos por el aserrío	Arista faltante Marcas de sierra Grano inclinado
Defectos o irregularidades producidas por el secado o madera de reacción	Alabeos Abarquillado Arqueadura Encorvadura Colapso Torcedura

Fuente. Norma Técnica Peruana. NTP 251.101. 1988 (revisada el 2011).

Anexo 2. Requisitos y clasificación y medición de defectos de la madera aserrada. (NTP. 251.102.1991)**Objetivo:**

La presente norma establece la clasificación y medición de los defectos que se presentan en la madera aserrada.

Concepto de defecto: Es toda falla de origen fisiológico mecánico o tecnológico que afecta las propiedades de uso de la madera aserrada.

Clase de defectos:

- Defectos producidos por separación del leño
- Defectos de anatomía de la madera
- Defectos causados por hongos u otros agentes
- Defectos causados por insectos xilófagos
- Defectos producidos por el aserrío
- Defectos producidos por el secado o por la madera de reacción

De acuerdo con lo señalado por la Norma Técnica Peruana N° 251.102, 1991, existe un procedimiento definido para medir las diferentes clases de defectos de la madera aserrada, algunos de los cuales se incluyen en las siguientes tablas, N°98, N°99, N°100, N°101, N°102 y N°103)

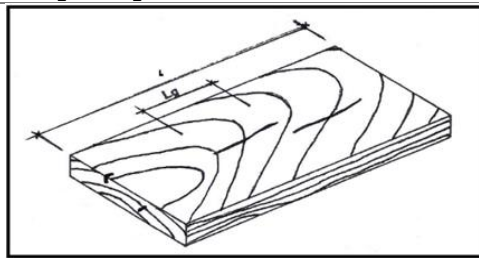
Tabla 98. Medición de defectos por separación del leño

Grieta; se mide la longitud.
Matemáticamente se expresa como porcentaje de la longitud total de la pieza:

$$\text{Grieta (\%)} = \frac{L_g}{L} \times 100$$

L_g = Longitud de la grieta en mm.

L = Longitud de la pieza en mm.

**Figura 46. Grieta**

Acebolladura; en la cara o canto se mide la longitud y el ancho; en la cabeza, se mide la separación entre anillos de crecimiento, la profundidad y el ancho.

Se expresa el ancho como porcentaje del ancho total de la pieza y en longitud como porcentaje de la longitud total de la pieza.

$$\text{Ancho (\%)} = \frac{A_e}{a} \times 100$$

$$\text{Longitud (\%)} = \frac{L_e}{L} \times 100$$

A_e = ancho de la acebolladura en mm

L_e = longitud de la acebolladura en mm

a = ancho de la pieza en mm

L = longitud de la pieza en mm

Cuando la acebolladura se encuentra en la cabeza paralela a la cara de la pieza, la separación del anillo se expresa como porcentajes del espesor total de la pieza, el ancho como porcentaje del ancho total de la pieza y la profundidad como porcentaje de la longitud total de la pieza.

Matemáticamente se expresan con la siguiente igualdad:

$$\text{Separación de anillos (\%)} = \frac{S}{e} \times 100$$

$$\text{Ancho (\%)} = \frac{A_e}{a} \times 100$$

$$\text{Profundidad (\%)} = \frac{P_e}{L} \times 100$$

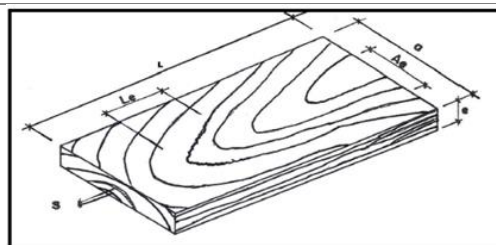
Rajadura; se mide la longitud.

Se expresa como porcentaje de la longitud total de la pieza.

$$\text{Rajadura (\%)} = \frac{L_r}{L} \times 100$$

L_r = Longitud de la rajadura en mm.

L = Longitud de la pieza en mm.

**Figura 47. Acebolladura**

Si la acebolladura se encuentra en la cabeza paralela al canto de la pieza, la separación de los anillos se expresa en porcentaje del ancho del total de la pieza, el ancho como porcentaje del espesor de la pieza y la profundidad como porcentaje de la longitud total, utilizando las mismas igualdades señaladas para medir la acebolladura paralela a la cara de la pieza.

S = separación de anillos en mm

A_e = ancho de la acebolladura en mm

P_e = profundidad de la acebolladura en mm

e = espesor total de la pieza en mm

a = ancho total de la pieza en mm

L = longitud total de la pieza en mm

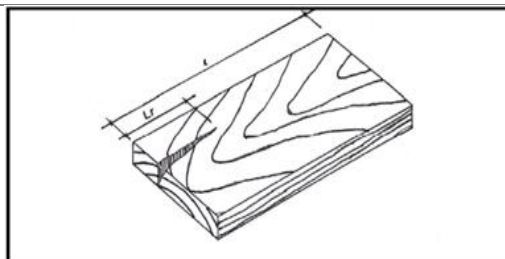
**Figura 48. Rajadura**

Tabla 99. Medición de defectos de anatomía de la madera

Corteza incluida; se mide el área de la corteza incluida en la pieza. Se expresa como porcentaje del área total de la pieza.

$$\text{Corteza incluida (\%)} = \frac{AC}{C} \times 100$$

$$AC = ac \times lc$$

$$A = a \times l$$

AC = área de la corteza incluida en mm

ac = ancho mayor de la corteza incluida en mm

lc = longitud de la corteza incluida en mm

a = ancho de la pieza en mm

l = longitud de la pieza en mm

Duramen quebradizo; se constata su presencia.

Grano inclinado; se grafica la inclinación de la fibra con una línea AB; se traza una línea paralela BC al eje de la pieza y luego una línea perpendicular a la línea BC y se mide.

El grano inclinado se expresa por la siguiente igualdad:

$$\text{Grano inclinado (\%)} = \frac{AC}{BC} \times 100$$

AC = línea perpendicular al eje de la pieza en mm.

BC = línea paralela al eje longitudinal de la pieza en mm.

Médula incluida; se mide el área incluida en la pieza de madera. Se expresa como porcentaje del área total de la pieza.

$$\text{Médula incluida (\%)} = \frac{Am}{A} \times 100$$

$$Am = am \times lm$$

$$A = a \times L$$

Am = área de medula incluida en mm

am = ancho mayor de la medula incluida en mm

lm = longitud de la medula incluida en mm

A = área de la pieza en mm.

a = ancho de la pieza en mm.

L = longitud de la pieza en mm.

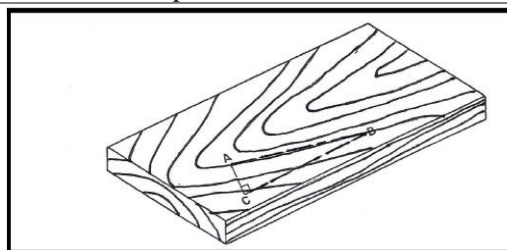


Figura 49. Grano inclinado

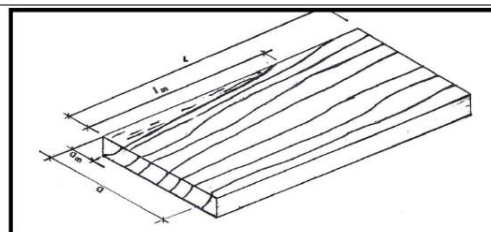


Figura 50. Médula incluida

Tabla 100. Medición de defectos causados por hongos u otros agentes

Mancha: Primeramente, se constata si se trata de una mancha y no de una pudrición y luego se mide el área afectada.

Se expresa como porcentaje del área total de la pieza.

$$\text{Mancha (\%)} = \frac{A_m}{A} \times 100$$

$$A_m = a_m \times l_m$$

$$A = a \times L$$

A_m = área de la mancha en mm²

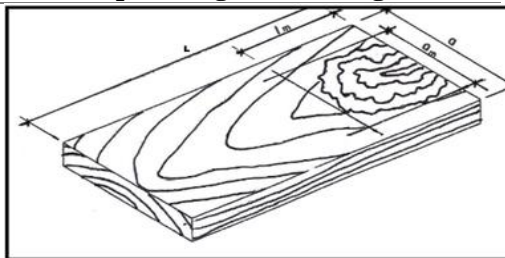
a_m = ancho de la mancha en mm

l_m = longitud de la mancha en mm

A = área de la pieza en mm²

a = ancho de la pieza en mm.

L = longitud de la pieza en mm.

**Figura 51. Manchas**

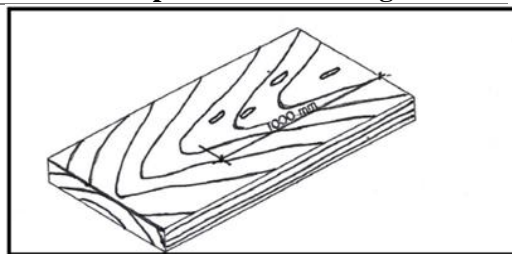
Moho; se constata su presencia.
Pudrición; se constata su presencia

Fuente. Norma Técnica Peruana. NTP 251.102. 1991. (revisada el 2011).

Tabla 101. Medición de defectos causados por insectos xilófagos.

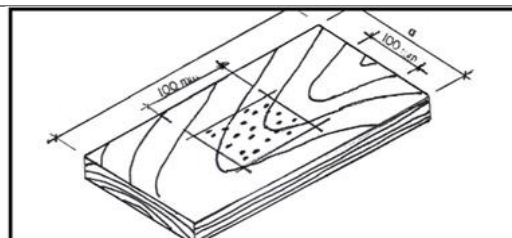
Perforaciones grandes; se mide el diámetro de las perforaciones.

Se expresa por el número de perforaciones contenidas en 1000 mm a lo largo de la pieza.

**Figura 52. Perforaciones grandes**

Perforaciones pequeñas; se mide el diámetro de las perforaciones.

Se expresa por el número de perforaciones que se encuentran en un área de 100 x 100 mm.

**Figura 53. Perforaciones pequeñas**

Fuente. Norma Técnica Peruana. NTP 251.102. 1991. (revisada el 2011).

Tabla 102. Medición de defectos producidos por el aserrío

Arista faltante; se mide el espesor, ancho y longitud de la zona donde falta la arista.

Se expresan como porcentaje del espesor, ancho y longitud total de la pieza.

$$\text{Espesor (\%)} = \frac{ea}{e} \times 100$$

$$\text{Ancho (\%)} = \frac{aa}{a} \times 100$$

$$\text{Longitud (\%)} = \frac{la}{L} \times 100$$

ea = espesor de la arista faltante en mm

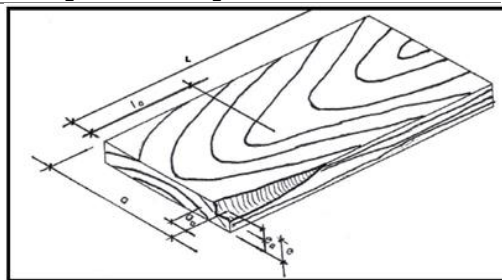
aa = ancho de la arista faltante en mm

la = longitud de la arista faltante en mm

e = espesor de la pieza en mm

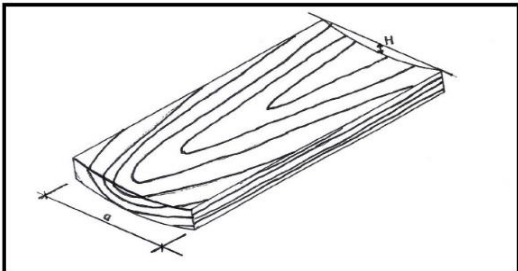
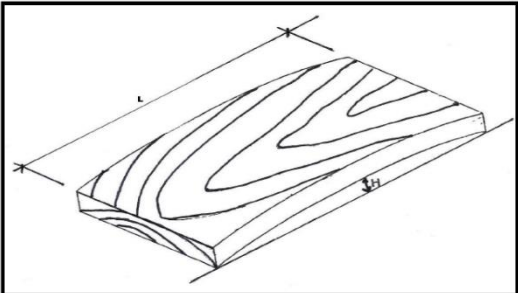
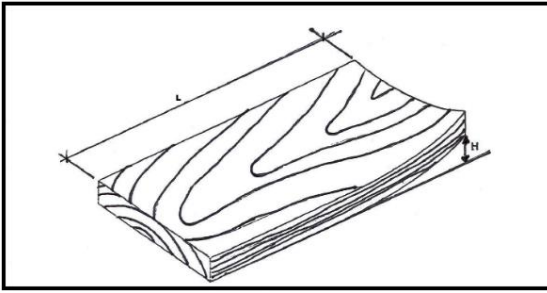
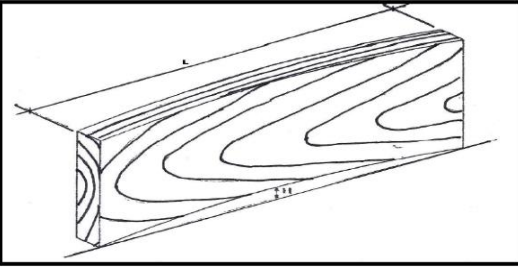
a = ancho de la pieza en mm

L = longitud de la pieza en mm

**Figura 54. Arista faltante**

Marcas de sierra; se constata su presencia

Tabla 103. Medición de defectos producidos por el secado de la madera

Medición de defectos producidos por el secado de la madera o madera de reacción.	
<p>Abarquillado; se mide la distancia mayor que existe entre la arista cóncava de la cabeza de la pieza y la línea transversal que une las esquinas respectivas.</p>	
<p>Se expresa como porcentaje del ancho total de la pieza.</p> $\text{Abarquillado (\%)} = \frac{H}{a} \times 100$ <p>H = altura máxima de la arista cóncava en mm. a = ancho de la pieza en mm.</p>	
<p>Arqueaduras; se mide la distancia que existe entre la cara de la pieza de madera y la línea horizontal que une las esquinas respectivas.</p>	
<p>La altura máxima de la arqueadura se expresa como porcentaje de la longitud total de la pieza.</p> $\text{Arqueadura (\%)} = \frac{H}{L} \times 100$ <p>H = altura máxima de la cara cóncava en mm. L = longitud de la pieza en mm.</p>	
<p>Encorvadura; se mide la distancia mayor que existe entre el canto y la línea horizontal que une las esquinas de la pieza de madera.</p>	
$\text{Encorvadura (\%)} = \frac{H}{L} \times 100$ <p>H = altura máxima del canto cóncavo de la pieza en mm L = longitud de la pieza en mm.</p>	
<p>Colapso; se constata su presencia. La altura máxima de la encorvadura se expresa como porcentaje de la longitud total de la pieza.</p>	
<p>Torcedura; se mide la distancia entre la arista y la superficie plana sobre la cual están apoyadas las aristas restantes.</p> <p>Se expresa como porcentaje de la longitud total de la pieza.</p>	
$\text{Torcedura (\%)} = \frac{H}{L} \times 100$ <p>H = altura máxima de la arista levantada en mm. L = longitud de la pieza en mm.</p>	

Anexo 3. Requisitos y clasificación de la madera aserrada por grados de calidad. (NTP 251. 118.1991)

Campo de aplicación: Este procedimiento se aplica a la madera aserrada seca o húmeda, sin cepillar para usos generales (mueblería. carpintería de obra. embalajes. envases. carrocerías y otros).

Definiciones:

Grado de calidad: Es el conjunto de disposiciones o limitaciones en dimensiones y defectos de las piezas de madera aserrada que permiten agruparlas.

Lote: Es el conjunto de piezas de un mismo espesor o de un mismo espesor y ancho.

Clasificación de madera: Es la separación y ordenación de las piezas de madera en grupos que cumplen con los requisitos de cada grado de calidad.

Clasificación por defectos: Es aquella que se efectúa considerando los defectos de la madera como principal requisitos de acuerdo al uso a que ella se destine.

Clasificación:

La madera aserrada se deberá clasificar por defectos y por rendimiento en los grados de calidad siguientes:

1. Grado de calidad primera
2. Grado de calidad segunda
3. Grado de calidad tercera
4. Grado de calidad cuarta
5. Grado de calidad quinta

Condiciones generales:

La madera deberá estar total y uniformemente aserrada, con sus cantos paralelos y sus cabezas perpendiculares al eje de la pieza.

Los extremos de las piezas deberán estar protegidos, para evitar los defectos producidos por el secado.

En el caso de madera aserrada no resistente al ataque de hongos e insectos xilófagos, deberá recibir un tratamiento preservador preventivo.

Requisitos:**Especies**

Un lote de madera aserrada deberá estar conformado por una o varias especies debidamente identificadas como se establece en la norma correspondiente.

Dimensiones

La madera aserrada deberá cumplir con las dimensiones y tolerancia establecidas en la norma.

Contenido de humedad

La madera aserrada especificada como seca deberá tener un contenido de humedad mínimo del 10 % y máximo del 22 %.

El contenido de humedad promedio dentro del rango se establecerá según acuerdo entre las partes interesadas, la tolerancia para este contenido de humedad deberá ser de ± 2 %.

Cuando se requiera un contenido de humedad para condiciones especiales, fuera del rango establecido quedará de acuerdo entre las partes interesadas y la tolerancia deberá ser de ± 2 %.

Grado de calidad

Los grados de calidad deberán ser los establecidos en la clasificación.

En ningún grado de calidad se aceptarán los defectos siguientes: fallas de compresión, medula, pudrición, madera quemada, duramen quebradizo, orificios de insectos activos.

Se aceptan alabeos hasta en un 5 % del número de piezas comprendidas en un lote, con las limitaciones establecidas para cada grado de calidad.

La madera aserrada deberá cumplir con los requisitos de defectos y rendimiento establecidos para cada grado de calidad en la Tabla N°104.

Tabla 104. Requisitos y clasificación por defectos para madera aserrada.

Característica		Unidades	Requisitos por grado de calidad					
			Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	
Dimensiones	Espeor	mm	Cualquiera especificado en las NTP 251.037					
	Ancho	mm	Min. 150	Min. 150	Min. 100			
	Longitud	mm	Min. 2.10	Min. 1.80	Min. 1.80			
Defectos Generales	Fallas de comprensión, medula. madera quemada, pudrición, etc.		No se acepta.					
	Grietas superficiales		Profundidad	mm	Se acepta en caras o cantos con una profundidad máx de 2 mm.			
	Torcedura		Deformación	mm	No se acepta.			
	Se acepta hasta en un 5% del lote	Abarquillado	Deformación	mm	No se acepta.	$\leq 0.02 a$	$\leq 0.02 a$	$\leq 0.04 a$
		Arqueadura	Deformación	mm	No se acepta.	$\leq 0.02 L$	$\leq 0.02 L$	$\leq 0.04 L$
	Encorvadura	Deformación	mm	No se acepta.	$\leq 0.02 L$	$\leq 0.02 L$	$\leq 0.04 L$	
Fuera de los Recortes limpios	Grietas profundas		Longitud	mm	$\leq 0.05 L$	$\leq 0.10 L$	$\leq 0.20 L$	
	Escamadura		Ancho	mm	No se acepta		$0.05 a$	
			Longitud	mm	$\leq 0.10 L$			
	Rajadura. en un extremo		L sumatoria	mm	$\leq 0.05 L$	$\leq 0.10 L$	$\leq 0.20 L$	
	Grano Inclinado	Recto	Pendiente	≤ 1 en 8				
		entrecruzado	Pendiente	≤ 1 en 16				
	Nudo(s) dispersos, agrupados, en racimo y sanos.		Diámetro promedio	$\leq 0.30 a$				
	Perforaciones grandes		N° / 1000 mm	N°/mm	No se acepta		5/1000	
	Perforaciones pequeñas		N° / 100 cm ²	N° /cm ²	No se acepta		5/100	
	Arista faltante. en una sola arista		Canto	mm	No se acepta.	$\leq 0.20 e$	$\leq 0.40 e$	
Cara			mm	No se acepta.	$\leq 0.05 a$	$\leq 0.10 e$		
Longitud			mm	No se acepta.	$\leq 0.10 L$	$\leq 0.20 L$		

a = ancho. L = largo. e = espesor.

Fuente. NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 251.118.1991 (revisada el 2011).

Anexo 4. Requisitos y clasificación de la madera aserrada por rendimientos. (NTP 251.115)

Campo de aplicación: Este procedimiento se aplica a la madera aserrada seca o húmeda, sin cepillar para usos generales (mueblería, carpintería de obra, embalajes, envases, carrocerías y otros).

Objetivo: Este procedimiento establece clasificar la madera aserrada por su rendimiento.

Definiciones:

Clasificación por rendimiento. Es aquella por defectos que se realiza a fin de establecer el grado de aprovechamiento que se puede obtener de una pieza de madera al eliminar las zonas defectuosas.

Recorte (R). En la cara seleccionada para la clasificación es la porción rectangular obtenida por cortes imaginarios transversales y/o longitudinales al eje de la pieza de madera.

Recorte limpio (RL). Es el recorte libre de defectos o con algunos defectos que pueden ser tolerados en ciertos grados y especies particulares.

Rendimiento limpio (RR). Es el máximo porcentaje que se puede obtener cuando la suma de unidades de recortes limpios se expresa como porcentaje del número total de unidades de recorte.

Superficie limpia total (SL). Es el área de recortes limpios o la suma de las áreas de recortes limpios contenidos en la cara clasificada de la pieza de madera aserrada.

Unidad de recorte (UR). Es un recorte con un área superficial de 0.30 m de longitud por 25 mm de ancho.

Unidad de recorte limpio (URL). Es la unidad de recorte libre de defectos o con algunos defectos permitidos en ciertos grados de calidad y especie particulares.

Metodología

El método consiste en establecer en la peor cara de la pieza el porcentaje de superficie libre de defectos con respecto a la superficie total y la determinación del grado de calidad al que pertenece la pieza de madera considerando los aspectos siguientes:

- Las dimensiones de la pieza
- La clasificación por defectos
- La superficie total de la cara clasificada
- El número máximo de recortes limpios
- El porcentaje de superficie libre de defectos o rendimiento de recortes

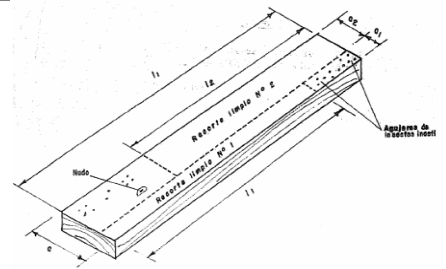
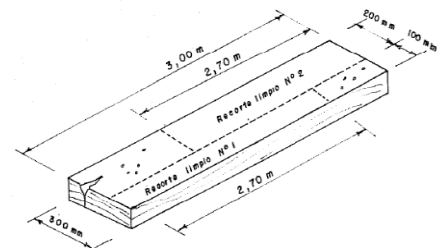
Aparatos y/o instrumentos

Regla graduada con aproximación al milímetro

Procedimiento

1. Se escoge la peor cara de la pieza y se califica por sus defectos según el procedimiento establecido en la NTP 251.114.
2. Se determina las dimensiones de la pieza y se calcula el total de unidades de recorte.
3. Se asume un grado de calidad para la pieza que se está clasificando. (Tabla N°105)
4. Se delimitan los recortes limpios considerando el tamaño mínimo permitido por el grado de calidad asumido. (Tabla N°106)
4. Se determina las unidades de recorte (UR) en cada recorte limpio.
5. Las superficies de los recortes limpios (RL) se obtienen mediante múltiples enteros de las unidades de ancho y longitud de 25 mm y 0.30 m respectivamente.
6. Se calcula el rendimiento de recortes de la pieza.

Tabla 105. Clasificación por rendimientos

Total de unidades de recorte (TUR)	El total de unidades de recorte se expresa de la forma siguiente:	
		<p>Figura 59. Clasificación de madera aserrada por rendimiento</p>
Unidades de recorte limpios (URL)	Las unidades de recorte se expresan de la forma siguiente:	
		<p>Figura 60. Dimensiones y recortes de una pieza de madera aserrada que se clasifica</p>
Rendimiento de recortes limpios (RR)	El rendimiento de recortes limpios se expresa de la forma siguiente:	$RR (\%) = \frac{\sum URL}{TUR} \times 100$ <p>URL = Unidades de recorte limpios. RR = Rendimiento de recortes limpios.</p>

Fuente: NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 251.115. 1990 (revisada el 2011)

Tabla 106. Requisitos y clasificación por rendimiento para Madera Aserrada.

Característica		Unidades	Requisitos por Grado de Calidad				
			Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
Dimensiones	Espesor	mm	Cualquiera especificado en las NTP 251.037				
	Ancho	mm	Min 150	Min 150		Min. 100	
	Longitud	mm	Min 2.10	Min 1.80		Min 1.80	
Dimensiones mínimas de los recortes limpios		mm x m	100 x 2.10 ó 75 x 2.10	100 x 1.5 ó 75 x 1.8	75 x 0.6 ó 75 x 0.7	100 x 0.6 ó 75 x 0.9	
		UR	4 x 5 = 20	3 x 7 = 21	4 x 5 = 20 ó 3 x 6 = 18	3 x 2 = 6 ó 3 x 3 = 9	4 x 2 = 8 ó 3 x 3 = 9
Rendimiento de recortes		%	Min. 90	Min. 80	Min. 75	Min. 60	
Superficie Limpia total	Límites		Cantidad máxima de Recortes Limpios				
	≤ 40	Número Recortes Limpio				1	1
	41 a 55			1	1	2	2
	56 a 90		1	2	2	3	3
	91 a 125		2	3	3	4	4
	126 a 160		3	4	4	5	5
	≥ 161		4	5	5	6	6

Fuente: NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 251.118.1991 (revisada el 2011)

Anexo 5. Requisitos y clasificación de la madera aserrada y cepillada para uso estructural.

Dimensiones. (NTP 251.103, 1988)

Objetivo:

La presente Norma establece las dimensiones nominales y finales (espesor, ancho y longitud) de la madera aserrada para uso estructural.

Definiciones:

Las definiciones de dimensiones aplicables a esta norma serán las establecidas en la NTP 251.037.

Campo de aplicación:

La presente norma se aplica a la madera estructural a ser usada en construcción, con excepción de la empleada en encofrados.

Requisitos

1. Dimensiones nominales de espesor y ancho de la madera.

La madera aserrada para uso estructural deberá cumplir con las dimensiones nominales de espesor y ancho que se establecen en la Tabla N°107.

Tabla 107. Espesores y anchos nominales de la madera aserrada para uso estructural

ESPESOR	ANCHO								
	50	75	100	125	150	175	200	250	300
19	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X	X	X
38	X	X	X	X	X	X	X	X	X
50	X	X	X	X	X	X	X	X	
75		X	X				X		
100			X		X		X	X	X
150					X		X	X	X

Fuente: NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 251.103 1988 (revisada el 2011)

Las tolerancias para el espesor y ancho serán las establecidas en la Tabla N° 108.

Tabla 108. Tolerancias para las dimensiones nominales de espesor y ancho

DIMENSIÓN	TOLERANCIA
19 a 100	- 1 + 2
125 a 250	- 2 + 6
> 250	- 4 + 12

Fuente; NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 251.103 1988 (revisada el 2011)

2. Longitud

La longitud nominal mínima de la madera aserrada para uso estructural deberá ser de 1800 mm.

Las longitudes nominales de la madera aserrada para uso estructural deberán ser múltiplos de 300 mm a partir de 1 800 mm.

La tolerancia máxima en la longitud nominal deberá ser de + 150 mm.

3. Dimensión final de la madera.

La madera aserrada para uso estructural deberá cumplir con las dimensiones finales de espesor y ancho que se establecen en la Tabla N°109.

Tabla 109. Espesores y anchos finales de la madera aserrada para uso estructural.

ESPESOR	ANCHO								
	40	65	90	115	140	165	190	240	290
19	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X	X	X
38	X	X	X	X	X	X	X	X	X
50	X	X	X	X	X	X	X	X	
75		X	X				X		
100			X		X		X	X	X
150					X		X	X	X

Fuente. NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 251.103 1988 (revisada el 2011).

Las tolerancias para las dimensiones finales de espesor y ancho serán las establecidas en la Tabla N° 110.

Tabla 110. Tolerancias para las dimensiones finales de espesor y ancho.

DIMENSIÓN	TOLERANCIA
≤ 140	- 1 + 2
>140	- 2 + 4

Fuente. NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 251.103 1988 (revisada el 2011).

La longitud final será igual a la nominal establecida en el punto 2.

Inspección y recepción

El dimensionamiento se llevará a cabo el 100% de las piezas de un lote.

En un lote la tolerancia negativa, no deberá exceder el 10% del total de las piezas.

Anexo 6. Requisitos de clasificación visual y requisitos de la madera para uso estructural. (NTP 251.104).

Objetivo

La presente norma establece la clasificación visual y requisitos que debe cumplir la madera aserrada para uso estructural.

Definiciones

Madera para uso estructural. - Es aquella que es sometida a la acción de esfuerzos permanentes y específicos, y por lo tanto requiere de un proceso de análisis y diseño estructural.

Campo de aplicación

La presente norma se aplica a la madera estructural a ser usada en construcciones con excepción de la empleada en encofrados.

Clasificación

La madera aserrada para uso estructural se clasificará por sus defectos en un solo grado de calidad denominado “Madera Estructural”.

Defectos

En la madera aserrada para uso estructural que corresponde al grado de calidad de madera estructural se aceptarán los defectos mencionados en la Tabla N°111, denominada clasificación por defectos de madera aserrada para uso estructural

Resultados

Como resultado de estos procedimientos basados en la Norma Técnica Peruana para la clasificación de madera aserrada, se logra obtener un adecuado control de calidad en la empresa, especialmente en el proceso de producción, a su vez se logra elevar el porcentaje de eficacia o nivel de servicio de 86% a un 100%.

Tabla 111. Clasificación por defectos de madera aserrada para uso estructural.

Defecto	Características	Tolerancia
Grieta		
Grietas superficiales	- En cara y canto - Número	Ilimitado
Grietas profundas	- En cara y canto - Suma de longitudes - Ancho	Máx. 1/4 longitud de la pieza Máx. 2 mm
Escamadura o acebolladura	- En la cara - Longitud - Ancho	Máx. 25 % de la longitud de la pieza. Máx. 25 % del ancho de la pieza
Rajadura	- En un solo extremo - Longitud	Máx. 5 % de la longitud de la pieza
Grano inclinado	- En cara o canto	Pendiente. máx 1/8
Nudo		
	-Nudos dispersos, redondos u ovalados, en la cara o canto fijos y sanos. Ancho o espesor de la pieza mayor a 175 mm Ancho de la pieza menor a 175 mm.	Diámetro máx 1/4 del ancho Diámetro máx. de 40 mm
	- Nudos dispersos. redondos u ovalados en la cara o canto suelos y sanos Ancho o espesor de la pieza mayor a 175 mm Ancho de la pieza menor a 175 mm	Diámetro máx. 1/8 del ancho Diámetro máx. de 20 mm
Mancha	En la cara.	Máx. 25 % del área total de la Pieza.
Perforaciones	- Grandes. en la cara o canto, no alineadas. ni pasantes - Pequeñas. en la cara o canto no alineados ni pasantes	Máx 3 en 1 000 mm Máx 6 en 100 cm ²
Arista faltante	- En una sola arista Espesor de la arista faltante Ancho de la arista faltante Longitud de la arista faltante	Máx 25 % del espesor de la pieza Máx 25 % del ancho de la pieza Máx 25 % de la longitud de la pieza
Abarquillado		Máx 1 % del ancho de la pieza
Arqueadura		Máx 0.3 % de la longitud de la pieza
Encorvadura		Máx 0.3 % de la longitud de la pieza
Torcedura	En una sola arista	Máx 0.3 % de la longitud de la pieza







Fuente. NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 251.104 1988 (revisada el 2011).

Anexo 7. Matriz de elementos de protección personal mencionados en la propuesta del tercer objetivo.

A continuación en la tabla N°112, se presenta la Matriz de elementos de protección personal mencionados en la propuesta del tercer objetivo.

Tabla 112. Matriz de elementos de protección personal

		MATRIZ DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL		Elaborado:	Cinthia Cadenillas
				Revisa:	Jefe de producción
				Aprueba:	Gerente General
				Versión	MEPP -001
				Fecha:	16/09/2019
				Firma del responsable:	
1. Especificaciones de los EPP.					
Ítem	Imagen EPP	EPP	Descripción	Observaciones	
1.1		Casco Industrial	Material: Polietileno de alta densidad Uso: Industria general. Estos están diseñados para proporcionar protección limitada a la cabeza contra impactos, partículas volantes, choques eléctricos o una combinación de éstos.	Reemplácelo cuando tenga fisuras, esté roto, presente excesiva decoloración o haya sufrido fuerte impacto. Su tiempo de vida útil depende de su uso y de las condiciones de almacenamiento. Los cascos metálicos están prohibidos.	
1.2		Guantes de Cuero	Material: Cuero Uso: Son el elemento de protección más común para las manos, en alguna ocasión puede cubrir parte del antebrazo y el brazo.	Se requiere evaluación previa de la labor a desarrollar antes de suministrar protección para las manos. Para evitar lesiones en las manos, está prohibido el uso de anillos durante el desarrollo de tarea de mantenimiento, manejo de materiales, cargas y todas aquellas actividades con riesgo de atrapamiento de los dedos.	
1.3		Gafas de seguridad	Material: Lentes en policarbonato maco o armazón suave en PVC o poliamidas resistentes. Uso: Protege los ojos del impacto de objetos y rayos UV.	Reemplácelo cuando la lente tenga rayanos y/o la visibilidad se dificulte o sus partes móviles presenten deterioro o mal funcionamiento. Su tiempo de vida útil depende de su uso y de las condiciones de almacenamiento.	

1.4		Careta visor	Material: Mica de acetato o policarbonato. Uso: Diseñado para proteger cara, ojos y cuello.	Capacidad de abatimiento de 90° suspensión de ajuste a intervalos. Visor Standard 12"x 8".
1. Especificaciones de los EPP.				
Ítem	Imagen EPP	EPP	Descripción	
1.5		Uniforme de trabajo	Material: Overoles y batas en algodón 100% Uso: Diseñado para utilizarse en la planta industrial.	Tener en cuenta los materiales de la ropa previa evaluación a los riesgos de la labor.
1.6		Protectores auditivos	Tipo: De copa o de inserción Material: Espuma de poliuretano, tapones blandos, suaves auto ajustables, cómodos de baja presión. Otros materiales: siliconas. Uso: Ruido >85 a dB	Los tapones auditivos son desechables.
1.7		Calzado contra impacto.	Material: Cuero, suela 100% PVC antideslizante. Usos: Calzado con puntera resistente a impactos, humedad, pinchazos.	Para trabajos con electricidad el calzado debe ser dieléctrico sin partes metálicas.
1.8		Mascarilla /Tapaboca	Material: Uso: Aserrado. Cortado. Cepillado. Empacado.	Existe gran variedad de elementos para la protección respiratoria, en todos los casos se requiere evaluación previa a de la labor a desarrollar antes de suministrar cualquier E.P.P. respiratoria. Reemplácelo cuando presente dificultad para respirar.
1.9		Protector respiratorio	Material: Filtro contra particulados. Color del cartucho; gris. Uso: Diseñado para evitar las alteraciones en el tracto respiratorio superior e inferior. ocasionado por la inhalación de partículas suspendidas en el medio ambiente	

Fuente: Elaboración propia.