



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Laureate International Universities

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MRP, LEAN
MANUFACTURING Y CONTROL ESTADÍSTICO DE LA
CALIDAD EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD
PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA
NORTH PALLET S.A.C.**

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

AUTOR:

**Bach. Avila Olivera Sofía
Bach. Román Lozano Brenda**

ASESOR:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

TRUJILLO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios por darnos la dicha y la oportunidad de cumplir con nuestros ideales.

A nuestros padres:

Recuerden que cada uno de los esfuerzos que hicieron porque salgamos adelante, empiezan a ser retribuidos desde hoy.

A nuestros profesores:

Por cada una de las enseñanzas brindadas y las palabras de aliento para que seamos profesionales de éxito.

Gracias infinitas.

EPÍGRAFE

“No se puede llegar a la perfección sin haber cometido por lo menos un error”

(Anónimo)

AGRADECIMIENTO

Queremos brindar nuestro más sincero agradecimiento a nuestras familias y profesores ya que fueron ellos los que nos enseñaron a perseverar por todo aquello que queramos lograr en nuestras vidas.

LISTA DE ABREVIACIONES

B/C	: Beneficio – Costo
Cop	: Costo de oportunidad
Cop ₀	: Costo de oportunidad anterior
Cop ₁	: Costo de oportunidad actual
Cp	: Capacidad potencial
Cppt	: Costo perdido antes por parihuelas tercerizadas
Cppt ₀	: Costo perdido hoy por parihuelas tercerizadas
DESVEST	: Desviación Estándar
ES	: Especificación Superior
M	: Promedio
M ₀	: Volumen de merma antes
M ₁	: Volumen de merma después
Mu	: Material Útil
Mu ₀	: Material útil anterior
Mu ₁	: Material útil actual
Pe ₀	: N° de parihuelas tercerizadas antes
Pe ₁	: N° de parihuelas tercerizadas ahora
Pk	: Capacidad Real
Pt	: Parihuelas tercerizadas
TIR	: Tasa Interna de Retorno
TMAR	: Tasa Mínima Atractiva de Retorno
Tt	: Tiempos de transporte
Tt ₀	: Tiempo total de proceso
Tt ₁	: Tiempo de transportes
VAN	: Valor Actual Neto
VN	: Valor Nominal

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración el presente Proyecto intitulado:

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MRP, LEAN MANUFACTURING Y CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA NORTH PALLET S.A.C.”

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros días de Agosto a Noviembre del año 2017, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

Bach. Avila Olivera Sofia

Bach. Román Lozano Brenda

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: Ing. Rafael Castillo Cabrera

Jurado 1: Ing. Marcos Baca López

Jurado 2: Ing. Ramiro Mas McGowen

Jurado 3: Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general el Incrementar la rentabilidad de la empresa implementando MRP junto con Lean Manufacturing en el área de Producción, y Control Estadístico de la Calidad en el área de Calidad de la empresa North Pallet S.A.C. en la ciudad de Trujillo.

Este objetivo fue definido como resultado de un diagnóstico previo de la empresa, en el cual se logró identificar cuáles eran los principales problemas en las áreas de Producción y Calidad, para que se apliquen las metodologías y técnicas más indicadas en busca de una solución satisfactoria.

Como resultado se logró incrementar la rentabilidad sobre las ventas de un 7.38% a un 30%. Además, se determinó que al aplicar las metodologías en el área de Producción sería posible lograr un beneficio de S/. 9,779.09. Mientras que en el área de Calidad sería posible lograr un beneficio de S/. 7,704.06. Por lo tanto, se podría obtener un beneficio total de S/. 17,483.16. Por otro lado, se logró un VAN de S/. 152,067 un TIR de 133% y un beneficio costo de S/. 4.97.

ABSTRACT

The main objective of this work was to increase the profitability of the company North Pallet S.A.C. in the city of Trujillo by implementing MRP together with Lean Manufacturing in the Production area, and Statistical Control of Quality in the Quality area.

This objective was defined as a result of a previous diagnosis of the company, in which it was possible to identify the main problems in the Production and Quality area, in order to apply the most indicated methodologies and techniques in search of a satisfactory solution.

As a result it was possible to increase profitability on sales from 7.38% to 30%. In addition, it was determined that applying the methodologies in the area of Production would be possible to achieve a profit of S/. 9,779.09. While in the area of Quality it would be possible to achieve a profit of S / . 7,704.06. Therefore, a total benefit of S/. 17,483.16. On the other hand, the VAN achieved was S / . 152,067 the TIR was 133% and the ROI was S / . 4.97.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
EPÍGRAFE	
AGRADECIMIENTO	
LISTA DE ABREVIACIONES	
PRESENTACIÓN	
LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE GENERAL	
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE DIAGRAMAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
ÍNDICE DE IMÁGENES	
CAPITULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Realidad problemática	02
1.2 Formulación del problema	09
1.3 Hipótesis	09
1.4 Objetivos	09
1.5 Justificación	09
1.6 Tipo de investigación	10
1.7 Diseño de la investigación	10
1.8 Variables	12
1.9 Matriz de operacionalización de Variables	12
CAPITULO 2: MARCO REFERENCIAL	
2.1 Antecedentes de la investigación	14
2.2 Base teórica	22
2.3 Definición de términos	77
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	
3.1 Descripción general de la empresa	80
3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis	88
3.3 Identificación del problema e indicadores actuales (Ishikawa, Encuesta, Priorización, Pareto, Matriz de Indicadores).	125
CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA	129
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	
5.1 Inversión	204

5.2 Costos operativos	206
5.3 Beneficios	208
5.4 Flujo de caja	209
CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	206
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1 Conclusiones	214
7.2 Recomendaciones	215
BIBLIOGRAFÍA	217
ANEXOS	219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Producción mundial de madera aserrada (2003)	03
Tabla N°02: Unidades vendidas en el año 2016	07
Tabla N°03: Operacionalización de variables	12
Tabla N°04: Índice de desempeño (%)	51
Tabla N°05: Factor de holgura	52
Tabla N°06: Construcción del Gráfico X-R	68
Tabla N°07: Construcción del Gráfico X-S	69
Tabla N°08: Relación entre humedad de madera y humedad ambiental	74
Tabla N°09: Niveles de humedad	76
Tabla N°10: Número de muestra	89
Tabla N°11: Medidas promedio	90
Tabla N°12: Aprovechamiento de materia prima con personal no capacitado	91
Tabla N°13: Aprovechamiento de materia prima con personal no capacitado	92
Tabla N°14: Volumen requerido por parihuela	93
Tabla N°15: Volumen útil real e ideal (cm ³)	93
Tabla N°16: Costo mensual por falta de capacitación en tronquera- Producción	93
Tabla N°17: Costo de mano de obra por minuto	95
Tabla N°18: Tiempos de las actividades del proceso	96
Tabla N°19: Costo mensual por funciones no claras	96
Tabla N°20: Cantidad de parihuelas tercerizadas	98
Tabla N°21: Costo de producción total anual tercerizando	98
Tabla N°22: Costo de producción total anual	99
Tabla N°23: Costo mensual por falta de planificación de producción	99
Tabla N°24: Especificaciones en las medidas de los troncos	100
Tabla N°25: Parihuelas no producidas por lotes mal aceptados	101
Tabla N°26: Costo de pérdida por lotes mal aceptados	101
Tabla N°27: Ventas 2016	103
Tabla N°28: Descripción de fallas del montacargas	103
Tabla N°29: Costo de mantenimientos correctivos	103
Tabla N°30: Cuadro factor carga-distancia	106
Tabla N°31: Tiempos de traslado	106
Tabla N°32: Diferencia en tiempos de traslado	107
Tabla N°33: Porcentaje de merma de operario capacitado	108
Tabla N°34: Porcentaje de merma de operario no capacitado	109
Tabla N°35: Costo por falta de capacitación en tronquera – Calidad	109

Tabla N°36: Porcentaje de productos defectuosos	110
Tabla N°37: Clasificación de productos defectuosos	110
Tabla N°38: Costo unitario de reprocesos	110
Tabla N°39: Costo productos defectuosos	111
Tabla N°40: Especificaciones de materia prima	112
Tabla N°41: Dimensiones promedio de troncos del lote de abril	112
Tabla N°42: Porcentaje de merma de lote de troncos de abril	112
Tabla N°43: Evaluación de lote de troncos de abril	114
Tabla N°44: Evaluación de lote de troncos de mayo	115
Tabla N°45: Dimensiones promedio de troncos del lote de mayo	117
Tabla N°46: Porcentaje de merma de lote de troncos de mayo	117
Tabla N°47: Evaluación de lote de troncos de junio	118
Tabla N°48: Dimensiones promedio de troncos del lote de junio	120
Tabla N°49: Porcentaje de merma de lote de troncos de junio	120
Tabla N°50: Costo de falta de estandarización de la materia prima	120
Tabla N°51: Costo de exposición a la humedad ambiental	121
Tabla N°52: Resumen de costos del diagnóstico	125
Tabla N°53: Matriz de indicadores	127
Tabla N°54: Plan de capacitación para producción	131
Tabla N°55: Costo recuperado por aplicar Gestión de personal	133
Tabla N°56: Comparación de porcentaje de merma	133
Tabla N°57: 5S- SEIRI	135
Tabla N°58: 5S- SEITON	137
Tabla N°59: 5S- SEISO	138
Tabla N°60: 5S- SEIKETSU	139
Tabla N°61: Matriz tabla de precedencias	141
Tabla N°62: ABC de modelos de parihuelas	143
Tabla N°63: Cuadro promedio móvil simple (3 meses)	144
Tabla N°64: Cuadro promedio móvil simple (6 meses)	145
Tabla N°65: Cuadro promedio móvil ponderado	145
Tabla N°66: Cuadro suavizado exponencial	146
Tabla N°67: Ventas para pronosticar	147
Tabla N°68: Costos para el PAP	148
Tabla N°69: Número de trabajadores requeridos	148
Tabla N° 70: Plan de persecución	149
Tabla N° 71: Requerimientos para nivelación	149

Tabla N°72: Demanda semanal de enero	150
Tabla N°73: Demanda semanal de febrero	150
Tabla N°74: Programa de producción mensual (und)	151
Tabla N°75: Lista de insumos	152
Tabla N°76: Inventario de materiales	153
Tabla N°77: MRP para cada tipo de pallet	153
Tabla N°78: Componentes para la producción	155
Tabla N°79: Órdenes de producción semanales	156
Tabla N°80: Costo de producción con MRP	157
Tabla N°81: Evaluación de proveedores de madera	158
Tabla N°82: Evaluación de proveedores de madera	160
Tabla N°83: Especificaciones sobre el número promedio de ojos en las tablas	162
Tabla N°84: Hoja de Registro del Proceso de Armado	163
Tabla N°85: Hoja de Registro del Proceso de Armado - Simulación	165
Tabla N°86: Capacidad potencial y real del Proceso de Armado	171
Tabla N°87: Capacidad potencial y real del Proceso de Armado - Simulación	173
Tabla N°88: Especificaciones del porcentaje de humedad de la madera	174
Tabla N°89: Hoja de Registro del Proceso de tramiento térmico	175
Tabla N°90: Hoja de Registro del Proceso de tramiento térmico – Simulación	177
Tabla N°91: Capacidad potencial y real del proceso tramiento térmico	183
Tabla N°92: Capacidad potencial y real del proceso de tramiento térmico – Simulación	184
Tabla N°93: Costo recuperado por aplicar Control Estadístico de la Calidad a su Estación de Armado	185
Tabla N°94: Especificaciones de la Materia Prima	188
Tabla N°95: Hoja de Control de Materia Prima	189
Tabla N°96: Hoja de Control de Materia Prima – Simulación	191
Tabla N°97: Costo recuperado por aseguramiento de la estandarización de la materia prima	202
Tabla N° 98: Inversión en Producción	204
Tabla N°99: Inversión en Calidad	205
Tabla N°100: Costos operativos – Producción	206
Tabla N°101: Costos operativos – Calidad	207
Tabla N°102: Beneficios de la propuesta	208
Tabla N°103: Índices de rentabilidad	209

Tabla N°104: Flujo de caja	209
Tabla N°105: Análisis de rentabilidad	211

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 01: Cronograma de Elaboración del Proyecto de Tesis	10
Diagrama N°02: Diseño del programa de capacitación	25
Diagrama N°03: Pasos para la estandarización	28
Diagrama N°04: Pasos para un estudio con muestreo de trabajo	31
Diagrama N°05: Modelos del diseño de puesto de trabajo	34
Diagrama N°06: Lineamientos para una entrevista	35
Diagrama N° 07: Esquema general de un Sistema MRP	43
Diagrama N°08: Plan de mantenimiento	48
Diagrama N°09: Pasos para la distribución de procesos	57
Diagrama N°10: Factores de Ruido en la Calidad	64
Diagrama N°11: Aplicación de Control Estadístico de la Calidad	66
Diagrama N°12: Sistema de medición de Carta de Control	67
Diagrama N° 13: Diagrama Pareto de clientes potenciales	80
Diagrama N° 14: Diagrama Pareto de los tipos de parihuelas	81
Diagrama N° 15: Diagrama Pictórico del proceso	85
Diagrama N° 16: Diagrama de Operaciones	86
Diagrama N° 17: Diagrama de Actividades de Procesos	87
Diagrama N°18: Años laborales de los operarios	88
Diagrama N°19: Frecuencia de capacitación	89
Diagrama N°20 Distribución de planta actual	105
Diagrama N°21: Distribución de planta propuesta	107
Diagrama N° 22: Diagrama de causa-efecto área de Producción	122
Diagrama N° 23: Diagrama de causa-efecto área de Calidad	123
Diagrama N° 24: Diagrama de causa-efecto integrado	124
Diagrama N°25: Diagrama de Pareto sobre costos en las áreas de Producción y Calidad	
Diagrama N° 26: Balance de línea	142
Diagrama N°27: Distribución de planta	142
Diagrama N°28: Técnicas MRP	143
Diagrama N°29: Promedio móvil simple (3 meses)	144
Diagrama N°30: Promedio móvil simple (6 meses)	145
Diagrama N°31: Promedio móvil ponderado	146
Diagrama N°32: Suavizado exponencial (alfa: 0.50)	146
Diagrama N°33: Diagrama de dispersión del Proceso de Armado	168
Diagrama N°34: Diagrama de dispersión del Proceso de Armado – Simulación	169
Diagrama N°35: Carta de Control X del Proceso de Armado	170

Diagrama N° 36: Carta de Control R del Proceso de Armado	171
Diagrama N° 37: Carta de Control X del Proceso de Armado – Simulación	172
Diagrama N°38: Carta de Control R del Proceso de Armado – Simulación	173
Diagrama N°39: Diagrama de dispersión del proceso de tramiento térmico	180
Diagrama N°40: Diagrama de dispersión del proceso de tramiento térmico – Simulación	181
Diagrama N°41: Carta de Control X del proceso de tramiento térmico	182
Diagrama N°42: Carta de Control R del proceso de tramiento térmico	182
Diagrama N°43: Carta de Control X del proceso de tramiento térmico – Simulación	183
Diagrama N°44: Carta de Control R del proceso de tramiento térmico – Simulación	184
Diagrama N°45: Diagrama Causa – Efecto de la Falta de Estandarización de Materia Prima	186
Diagrama N°46: Encuesta sobre las principales causas de la Falta de Estandarización de Materia Prima	187
Diagrama N°47: Diagrama de Pareto de las causas de la Falta de Estandarización de Materia Prima	187
Diagrama N°48: Histograma del Largo de la Materia Prima	193
Diagrama N°49: Histograma del Diámetro de la Materia Prima	193
Diagrama N°50: Histograma del Largo de la Materia Prima – Simulación	194
Diagrama N°51: Histograma del Diámetro de la Materia Prima – Simulación	194
Diagrama N°52: Diagrama de Dispersión del Largo de la Materia Prima	195
Diagrama N°53: Diagrama de Dispersión del Diámetro de la Materia Prima	195
Diagrama N°54: Diagrama de Dispersión del Largo de la Materia Prima – Simulación	196
Diagrama N°55: Diagrama de Dispersión del Diámetro de la Materia Prima – Simulación	196
Diagrama N°56: Carta de Control X del Largo de la Materia Prima	197
Diagrama N°57: Carta de Control R del Largo de la Materia Prima	198
Diagrama N°58: Carta de Control X del Diámetro de la Materia Prima	198
Diagrama N°59: Carta de Control R del Diámetro de la Materia Prima	199
Diagrama N°60: Carta de Control X del Largo de la Materia Prima – Simulación	200
Diagrama N°61: Carta de Control R del Largo de la Materia Prima – Simulación	200
Diagrama N°62: Carta de Control X del Diámetro de la Materia Prima – Simulación	201
Diagrama N°63: Carta de Control R del Diámetro de la Materia Prima – Simulación	202

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Producción maderable en México 2013	04
Gráfico N°02: Proceso de capacitación	23
Gráfico N° 03: Comparación de Técnicas Clásicas y el MRP	37
Gráfico N° 04: Tipos de Demanda	38
Gráfico N° 05: Entradas en el MRP	38
Gráfico N° 06: Sistema MRP	41
Gráfico N°07: Tipos de mantenimiento	43
Gráfico N°08: Sistemas de mantenimiento	45
Gráfico N°09: Políticas de mantenimiento	46
Gráfico N°10: Tipos de distribución	54
Gráfico N°11: Tipos de almacenamiento	56
Gráfico N°12: Análisis de disposiciones físicas	58
Gráfico N° 13: Parámetros de la Calidad	62
Gráfico N° 14: Tipo de Variables de Calidad	63
Gráfico N° 15: Causas asignables dentro de un Gráfico de Control	65
Gráfico N° 16: Distribución del Territorio de Cajamarca	71
Gráfico N° 17: Patrimonio Forestal en el Perú	72
Gráfico N° 18: Porcentaje de humedad en Trujillo	77
Gráfico N°19: Regresión lineal	147
Gráfico N°20: Histograma del Proceso de Armado	167
Gráfico N°21: Histograma del Proceso de Armado – Simulación	168
Gráfico N°22: Histograma del Proceso de tratamiento térmico	179
Gráfico N°23: Histograma del Proceso de tratamiento térmico	180
Gráfico N°24: Análisis de rentabilidad 2017	212

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01: Especificaciones de la materia prima	84
Imagen N° 02: Operarios realizando encuesta	94
Imagen N° 03: Operarios esperando para iniciar	94
Imagen N° 04: Pedidos de DanPer	97
Imagen N° 05: Troncos en almacén de MP	100
Imagen: N°06: Montacargas	102
Imagen N°07: Hueco en el piso del área de trabajo	135

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo anterior, la presente investigación describe el desarrollo de una propuesta de mejora en el área de producción y calidad para mejorar la rentabilidad de la empresa North Pallet S.A.C.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se describe la realidad de la empresa y los problemas que la misma presenta en las áreas de producción y calidad. Así como los costos que dichos problemas están generando.

En el Capítulo IV, se describen las metodologías propuestas para contrarrestar los problemas antes diagnosticados.

En el Capítulo V, se describe la evaluación económica de la propuesta de mejora como la inversión, los costos operativos, los beneficios gracias a las mejoras propuestas y el flujo de caja.

En el Capítulo VI, se describen los resultados donde se demuestra que la rentabilidad de la empresa incrementó.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LA

INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

Según PARIHUELAS DE MADERA (2015), durante la década de los años 30, la producción de parihuelas era realizada artesanalmente, sin maquinaria y con mayor mano de obra, en talleres de ebanistería que se dedicaban a producirlas en serie. Sin embargo, si miramos ahora las fábricas donde se elaboran los pallets de madera, las viejas técnicas de fabricación han cambiado por máquinas que son de gran utilidad para los trabajadores. No obstante, dicha implementación no asegura el éxito total de una empresa dedicada a las parihuelas.

Las parihuelas, que facilitan el almacenamiento y movimiento de ciertos bienes agrupados, son hechas generalmente de tablas de madera.

Flores, Serrano, Palacios y Chapela (2007) en su artículo de investigación: análisis de la industria de la madera aserrada en México mencionan que: “La producción y consumo mundial de madera aserrada en las dos últimas décadas, se estancó e incluso disminuyó. En general, la producción mundial de madera aserrada durante el periodo de 1980 al 2003, disminuyó a una tasa promedio anual de 0.5%. Los niveles de producción más bajos ocurrieron en 1998 y 2001. La producción en 2001 fue de 376,88 millones de m³ aserrados similar a la de 1998 (375,31 millones de m³), habiéndose alcanzado la producción más alta en 1988 con 510,28 millones de m³.”

Podremos observar dichos datos en el cuadro mostrado en la siguiente página.

Tabla N°01: Producción mundial de madera aserrada (2003)

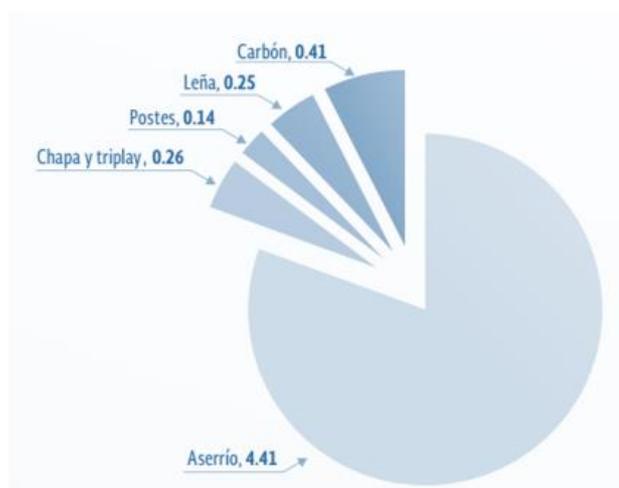
País	Volumen (mill m3)	Porcentaje
EE.UU.	89,042	22.15%
Canadá	57,546	14.31%
Brasil	21,200	5.27%
Federación Rusa	19,639	4.88%
Alemania	17,596	4.38%
Suecia	16,800	4.18%
Japón	14,402	3.58%
Finlandia	13,745	3.42%
Austria	10,473	2.60%
Francia	9,605	2.39%
China	9,431	2.35%
India	7,900	1.96%
Indonesia	6,500	1.62%
Chile	6,439	1.60%
Turquía	5,615	1.40%
República de Corea	5,194	1.29%
México	2,290	0.57%
Otros	88,617	22.05%
Total mundial	402,034	100%

Fuente: FAOSTAT, 2005

Sin embargo, según la FAO, en 2014, el crecimiento de los productos de la madera, incluyendo madera en rollo industrial, madera aserrada, tableros de madera y pasta y papel, osciló entre el 1 y el 5 por ciento, superando los niveles previos a la recesión de 2007. "La industria maderera estuvo entre las más afectadas por la reciente crisis económica mundial en el período 2008-2009. Estamos presenciando ahora el mayor crecimiento de las industrias de la madera a nivel mundial en los últimos cinco años, lo cual es importante para las economías nacionales y el bienestar y los medios de vida de millones de personas que dependen de los bosques de todo el mundo", señaló Thais Linhares-Juvenal, responsable del equipo de Economía y Estadística Forestal de la FAO.

Según la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SERMANAT) en el informe Economía Forestal en México (2013) muestra que la mayor parte de la madera producida en México está destinada al Aserrío en un 4.41 millones de m³r.

Gráfico N° 01: Producción maderable en México 2013



Fuente: SERMANAT y CONAFOR, 2013

Según Wood News: El mercado de la madera en el mundo (2011) indica que, “un informe preliminar elaborado por la Federación Paraguaya de Madereros (Fepama) indica que, de enero a octubre de 2011, se introdujo en el país productos por un valor aproximado de 30 millones UNS\$, marcando así una amplia diferencia con relación al mismo periodo de 2010, año en que se alcanzó la cifra de 16.5 millones US\$. El auge de las construcciones y la estrepitosa caída del dólar durante varios pasajes de 2010 impulsaron la importación de muebles y otros productos de madera, terminados o semi terminados. Hasta el 31 de octubre de 2011, se registró un 46.6% de aumento en US\$ CIF. Este crecimiento representa unos 14 millones US\$ más con relación al año pasado. Entre los productos figuran principalmente muebles, tableros de partículas y tableros de fibras, además de maderas aserradas y manufacturadas.”

Según la Dirección de Oferta Exportable, la Dirección General de Estrategias de Comercio Exterior y la Subsecretaría de Comercio Internacional de Argentina indican que: “La producción de madera aserrada en el año 2007 fue, de aproximadamente 1,100,000 m³. Misiones es la provincia más importante en: producción, cantidad de establecimientos y cantidad de empleo, presentando además, el mayor dinamismo en inversiones industriales de los últimos años. Según diferentes relevamientos del año 2007 el sector cuenta con 2300 aserraderos. Entre los mismos se destacan 10 empresas grandes y medianas, mientras que el resto está compuesto por pequeñas y medianas empresas (PyMES). Las grandes firmas están integradas productivamente con la forestación y realizan inversiones en plantaciones para proveerse de su propia materia prima. Esta integración les permite tener economías de escala, con alto grado de competitividad tendiendo a la formación de Clusters. Las Pymes no están

integradas hacia atrás y producen por lo general bienes de menos valor. Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto 17 la mayor parte del consumo nacional de maderas de los aserraderos, corresponde a especies implantadas de las cuales prevalece pino y en menor medida eucalipto y salicáceas.

Según Wood News: El mercado de la madera en el mundo (2011) nos informa que el mercado de la madera en Colombia ha tenido fuertes variaciones como: “Las exportaciones del sector maderero superaron, en los siete primeros meses de este año, los 80.7 millones US\$, frente a los 77.7 millones registrados en igual periodo de 2010, lo que representa un crecimiento de 3.8%. El segmento más dinámico continúa siendo la venta al exterior de muebles, que alcanzó un valor de 61.3 millones US\$, es decir 10.4% más que el año pasado. En los demás rubros (trozas, partes y piezas de construcción, recipientes de madera y tableros) las exportaciones de la cadena siguen cayendo. A la vez, mientras la venta de productos de madera hacia el exterior 69 aitim noviembre-diciembre 2011 mantiene su tendencia en descenso, las importaciones de todos los bienes madereros aumentan significativamente.

Según las noticias del blog de Parihuelas de Madera nos dice que: “La industria Peruana busca llegar a mejores niveles tecnológicos de producción y aprovechamiento de los recursos naturales. Esta preocupación ha hecho que los productores de estibas tecnifiquen y automaticen cada día más sus procesos. El objetivo principal es brindar la mejor calidad cumpliendo con todos los estándares internacionales y nacionales mediante los procesos certificables de calidad como es, ISO 9001 2008 y otras que contribuyen al mejoramiento continuo y a la protección del medio ambiente.

Como ámbito nacional, citamos a Pucallpa. Aquí, hay una pequeña empresa forestal cuyo propietario está feliz porque en el último año ha logrado duplicar sus ventas con una envidiable cartera de clientes entre los que destacan Celima S.A., Inca Kola y Prócter & Gamble.

José Chacaltana García, el propietario de la empresa forestal está convencido de que un producto maderable con valor agregado genera más ingresos que el simple comercio de la madera aserrada o en trozas. Su empresa, Industria de Maderas y Afines EL SOL S.A.C., se dedica desde hace 4 años a la producción de parihuelas, que son plataformas de madera que utilizan principalmente las exportadoras para proteger, almacenar y transportar su mercadería. Permiten apilar paquetes de productos, uno sobre otros, y así las empresas aprovechan mejor el área de sus almacenes.

SOL S.A.C. es la única empresa que produce parihuelas en Pucallpa y en el último año ha logrado duplicar sus ventas y calcula que este año superará los 2.2 millones de soles en ventas. Genera 100 puestos de empleo directo e indirecto y además tiene en su cartera de clientes a Purina, Aceros Arequipa, Agroindustrial Laredo, Corporación Cerámica S.A, Embotelladora Piura, Icatom. Sus mayores compradores son Celima y Owen Illinois (ex Vinsa), trasnacional que tiene filiales en 53 países del mundo.

Chacaltana explica que el mercado de las parihuelas está creciendo al ritmo de las exportaciones y por ello insiste en que otros pequeños empresarios de la selva deberían incursionar en este negocio, más ahora que se aproximan nuevos convenios bilaterales de libre comercio.

Según el señor Chacaltana explica que el flete o transporte de las parihuelas de Pucallpa a Lima representa el 30% de sus costos. Señala que si llevara a Lima 10 mil pies de madera dura aserrada por camión (ese es el tope máximo por regulación) tendría que pagar un flete de 4 mil 500 soles.

En cambio, al llevar parihuelas (producto final) puede transportar 12 mil pies de madera transformada, esto es 20% más de su producto y pagar igualmente 4 mil 500 soles.

Eso demuestra que gana más quien comercializa la madera con valor agregado.

Al llevar el producto terminado se ahorra aproximadamente 20% del flete y esto le permite ofrecer tarifas más competitivas

Según el Ministerio de la Producción (2011), el número de empresas manufactureras en el departamento de La Libertad ha aumentado de 2,840 a 7,409, es decir, ha ocurrido un crecimiento del 160.88 % entre los años 2007 y 2011. Un ejemplo de ello son las empresas de curtido y adobo de cueros junto con las de alimentos y bebidas, las cuales deben incluir parihuelas dentro de sus inventarios para ser utilizadas en las diferentes etapas del proceso productivo o de distribución. Ambas clases de empresas reportaron un crecimiento numérico del 231.77% y 108.62%, respectivamente entre el mismo rango de años. Por otro lado, el número de empresas de manufactura de madera y productos de madera también mostraron un crecimiento del 237.5%.

Las parihuelas pueden ser fabricadas según estándares europeos, norteamericanos o personalizados de acuerdo a la necesidad del cliente. Sin embargo, si una empresa está interesada en exportar sus productos deben tener presente la "Directriz para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional" (SENASA, 2006). Esta es una normativa nacional que tiene como objetivo reducir el riesgo de

introducción y/o diseminación de plagas cuarentenarias relacionadas con embalajes de madera. Lo que implica que la empresa sea más rigurosas al momento de escoger sus proveedores de parihuelas ya que estas deben aprobar la normativa.

En La Libertad existen cinco empresas que cumplen con dicha normativa. Las cuales son ASERRADERO EL TIGRILLO S.A.C, quien es su principal competidor, H & C S.A.C, ANDINA PALLETS Y EMBALAJES S.R.L, PERU PALETS S.A.C. y NORTH PALLETS S.A.C. Siendo la última en donde enfocaremos nuestra investigación.

NORTH PALLETS S.A.C. es una empresa ubicada en Mz. B1 Lote. 16 Urb. Parque Industrial. La Libertad. Trujillo. La Esperanza. Esta empresa se dedica a la elaboración y comercialización de marcos y parihuelas.

NORTH PALLETS S.A.C., cuenta con 9 trabajadores que intervienen en la producción de 18 modelos diferentes de parihuelas. En el 2016, la empresa reportó una producción anual de 50,665 parihuelas. Sin embargo, cada modelo de parihuela reportó diferentes niveles de venta anual:

Tabla N°02: Unidades vendidas en el año 2016

TIPO DE PALLET	UND VENDIDAS (2016)
NORMAL	14,403
GMA	7,410
FRESCO	5,857
LISTÓN	5,312
A-10	3,654
MARÍTIMA	2,774
CHEP	2,519
UVA	2,259
TABLAS	2,000
7 TABLAS	1,548
EURO	1,437
REY	1,017
TARIMA	918
20 ONZAS	589
TACO	523
SOUTH	205
CHICAS	180
GRANDES	60

Fuente: NORTH PALLET S.A.C., 2017

Por lo tanto, el modelo más solicitado es el modelo NORMAL o también conocido como UNIVERSAL cuyas medidas son de 100 cm de ancho por 120 cm de largo, y es en el cual enfocaremos nuestro trabajo.

Además, el más importante de sus clientes es DANPER al que se destina el 90% de la producción anual de parihuelas de la empresa. En los meses de temporada alta de DANPER (septiembre, octubre, noviembre y diciembre), la empresa puede solicitar de entre 800 a 1000 parihuelas semanales. Mientras que en los meses de temporada baja (febrero, marzo, abril y mayo) pueden solicitar entre 150 a 200 parihuelas semanales. Por otro lado, NORTH PALLETS S.A.C. también tiene otros clientes importantes como INTERCOMPANY y TALSA, que máximo realizan pedidos de 400 parihuelas semanales según la temporada. Otros clientes son SOCIEDAD AGRÍCOLA VIRÚ, CEMENTOS PACASMAYO, CREDITEX, CURTIEMBRE CHIMU y AGROPECUARIA CHIMU. No obstante, su nivel de pedido no es muy alto ya que es entre 80 a 100 parihuelas semanales.

La empresa NORTH PALLETS S.A.C. es proveedor de empresas reconocidas a nivel regional. Sin embargo, presenta problemas en las áreas de producción y calidad, los cuales influyen de manera negativa en la rentabilidad de la empresa.

En el área de producción, la empresa incurre con las siguientes pérdidas de dinero mensual debido a:

- Falta de capacitación en el uso de la tronquera. S/.9,470.06 (Ver pág.88)
- La falta de funciones de trabajo esclarecidas. S/.1,608.51 (Ver pág.94)
- No existe MRP. S/.1,610.86 (Ver pág.97)
- La inapropiada estandarización de la materia prima. S/. 910.75 (Ver pág.99)
- La falta de mantenimiento preventivo en montacargas. S/.1,047.74 (Ver pág.101)
- La falta de tiempos estandarizados S/.1,314.69 (Ver pág.104)
- Instalaciones inadecuadas S/.4,218.71 (Ver pág.105)

En el área de calidad, la empresa incurre con las siguientes pérdidas de dinero mensual debido a:

- La falta de capacitación en el uso de la tronquera S/.7,653.92 (Ver pág.108)
- El control de calidad ineficiente S/. 869.34 (Ver pág.109)

- La inapropiada estandarización de la materia prima S/.2,726.24 (Ver pág.111)
- La exposición a la humedad S/. 108.04 (Ver pág.121)

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el impacto sobre la rentabilidad de la empresa de la propuesta de MRP, Lean Manufacturing y control estadístico de la calidad en las áreas de Producción y Calidad en la empresa North Pallet S.A.C. en la ciudad de Trujillo del año 2017?

1.3 Hipótesis

La propuesta de implementación de MRP, Lean Manufacturing y Control Estadístico de la Calidad incrementa la rentabilidad de la empresa North Pallet S.A.C.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Incrementar la rentabilidad de la empresa con la propuesta de implementación de MRP, Lean Manufacturing y Control Estadístico de la Calidad en las áreas de producción y calidad de la empresa North Pallet S.A.C.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del área de Producción y Calidad de la empresa.
- Aplicar e implementar gestión de personal, MRP y herramientas de Lean Manufacturing en el área de Producción.
- Aplicar e implementar gestión de personal, control estadístico de la calidad y aseguramiento de la calidad propuestas en el área de Calidad.
- Evaluar la factibilidad económica del proyecto en el área de Producción y Calidad.

1.5 Justificación.

A. Criterio teórico

El proyecto de investigación que se realizará en la empresa North Pallet S.A.C. tiene como finalidad aplicar metodologías, técnicas y/o herramientas para establecer procedimientos documentados de los estándares de Producción y Calidad que sirvan de base para una correcta ejecución de los procesos dentro de la empresa.

B. Criterio aplicativo o práctico

Implementando las mejoras propuestas en el área de Producción y Calidad de la empresa North Pallet S.A.C. se espera que la misma pueda incrementar su rentabilidad y que dichas mejoras sean sostenibles a través del tiempo.

C. Criterio valorativo

Mediante la realización e implementación de este proyecto la empresa será capaz de motivar a sus trabajadores lo que repercutirá en una mayor productividad y una reducción de costos. Por otro lado, ocurrirá una mejora en la calidad del producto ofrecido por la empresa NORTH PALLET S.A.C., lo que traerá consigo un mayor índice de consumidores satisfechos. Por consecuencia, mientras los consumidores se sientan más satisfechos su nivel de consumo se elevará.

D. Criterio académico

El presente proyecto será realizado con la finalidad de lograr la titulación de sus autores, además de que sea usado como referencia para futuros investigadores.

1.6 Tipo de Investigación

1.6.1 Por la orientación

Investigación Aplicada

1.6.2 Por el diseño

Investigación Pre-experimental

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Localización de la investigación

A. Distrito: La Esperanza

B. Provincia: Trujillo

C. Departamento: La Libertad

D. Organización: El trabajo de campo se realizará en la empresa North Pallets S.A.C. y el trabajo de gabinete se realizará en las instalaciones de la Universidad Privada del Norte.

1.7.2 Alcance

La presente investigación se enmarca en el ámbito de las ciencias de la Ingeniería Industrial en las áreas de Producción y Calidad.

1.7.3 Duración del proyecto

Diagrama N° 01: Cronograma de Elaboración del Proyecto de Tesis

ACTIVIDADES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				HORAS
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Recopilar información																																									136
Analizar información																																									98
Redactar información																																									209

Fuente: Elaboración propia

1.8 Variables

- **Variable dependiente:**
Rentabilidad de la empresa
- **Variable independiente:**
Propuesta de implementación de MRP, Lean Manufacturing y control estadístico de la calidad en las áreas de Producción y Calidad.

1.9 Operacionalización de variables

Tabla N°03: Operacionalización de variables

PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿Cuál es el impacto sobre la rentabilidad de la empresa de la propuesta de MRP, Lean Manufacturing y control estadístico de la calidad en las áreas de Producción y Calidad en la empresa North Pallet S.A.C. en la ciudad de Trujillo del año 2017?	La propuesta de implementación de MRP, Lean Manufacturing y Control Estadístico de la Calidad incrementa la rentabilidad de la empresa North Pallet S.A.C.	Variable independiente: Propuesta de implementación de MRP, Lean Manufacturing en el área de Producción	Productividad mensual: $PM = \frac{\text{Producto terminado}}{\text{Insumos}}$
			Porcentaje de personal capacitado $\%PC = \frac{N^{\circ} \text{ Trabajadores capacitados}}{N^{\circ} \text{ Total de trabajadores}}$
		Propuesta de implementación de control estadístico de la calidad en el área de Calidad	Porcentaje de productos no conformes: $\%PNC = \frac{\text{Producto no conforme}}{\text{Producción total}}$
			Porcentaje de merma reducida: $\%MR = \frac{\text{Merma anterior} - \text{Merma actual}}{\text{Merma anterior}}$
		Variable dependiente: Rentabilidad de la empresa	Eficiencia económica: $EE = \frac{\text{Total de Ventas}}{\text{Total de Costos}}$
			Rentabilidad bruta: $RB = \frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Ventas Netas}}$
			Rentabilidad neta: $RN = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas Netas}}$
			Margen Bruto: $MB = \frac{\text{Ventas netas} - \text{Costo de ventas}}{\text{Ventas}}$

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

A. Producción:

- **Mundiales:**

Alzate y Sanchez (2013) egresados de la Universidad Tecnológica de Pereira en Colombia, realizaron la tesis con el nombre de: "Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo "clásico de dama" en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación" con la meta de conseguir el título de ingeniero industrial. El principal objetivo de Este proyecto muestra los resultados del estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo "clásico de dama" referencia 912, implementando el método Tiempos Predeterminados (MTM – 2) para determinar el estándar de producción actual, y a partir de ella definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz.

A través de esta tesis se pudo demostrar que: Algunas estaciones presentan carga de trabajo muy elevada y se convierten en cuellos de botella (situación observada especialmente en las áreas de capellada y soladura). Además con la propuesta de mejora se logró: Se disminuye el tiempo de línea a 46 minutos. Se eleva la eficiencia de la planta a un 87%, se disminuye la carga de trabajo de las estaciones al balancear la línea y mejorar algunos métodos con los que se ejecutan las tareas en cada estación de trabajo. Se eleva la productividad y se disminuyen los costos laborales. La jornada de trabajo se reduce a 8 horas diarias, mejorando las condiciones de trabajo para los operarios.

- **Nacionales:**

Palomino (2012) egresado de la Pontificia Universidad Católica del Perú presentó su tesis con el nombre de: "Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes." Con el fin de obtener el título de Ingeniero Industrial. El principal objetivo de la tesis es la de mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes. Se desarrolla el análisis, el diagnóstico y las propuestas de mejora para lograr mejores indicadores de eficiencia. La optimización de la eficiencia de las líneas es medida a través de la OEE (por las siglas en ingles de Overall Equipment Effectiveness) que

involucra la evaluación de aspectos de calidad, rendimiento y disponibilidad de las líneas de envasado. En el análisis de las líneas de envasado se detectó como principal problema el rendimiento de estas. Ante un buen indicador de calidad y de disponibilidad, el indicador de rendimiento afectaba de forma negativa el resultado de la OEE. Un análisis más detallado del rendimiento determinó como principal factor al tiempo excesivo de paradas, dentro de las cuales las más resaltantes son las paradas por Set-Up, y por movimiento de materiales de empaque hacia las líneas de envasado. Para disminuir el impacto de estas paradas se utilizan las herramientas SMED, 5S y JIT. Cada una de estas herramientas logra una reducción del 73%, 27% y 80% en cada uno de los tiempos a los cuales se es direccionada. Esto se refleja en una mejora del 20% en el indicador OEE y un ahorro de horas hombres, una mayor capacidad productiva, mejor tiempo de respuesta y cumplimiento de entregas, mayores ventas, y mejor rentabilidad.

Acuña (2011) egresado de la Pontificia Universidad Católica del Perú presentó su tesis con el nombre de "Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de mototaxis aplicando metodologías de las 5S's e ingeniería de métodos" la cual consta de el compromiso del presente trabajo de investigación, tiene como principal objetivo brindar al proceso de fabricación de estructuras de mototaxi, los criterios para el incremento de su capacidad de producción. Sin embargo, se puede aplicar a cualquier tipo de estudio de producción de industrias manufactureras. Se muestra la situación de una empresa y las oportunidades de mejora con la finalidad de establecer los puntos de acción para maximizar el beneficio de la misma. Se inicia el trabajo con un marco teórico y metodológico sobre las aplicaciones de herramientas de 5S's e Ingeniería de Métodos. Se establece que el proceso de estudio será el de estructura Chasis, ya que es el que deja de percibir más utilidades al no atender el 100% de la demanda. Se hace un diagnóstico del proceso crítico en general, manifestándose oportunidades de mejora. Posteriormente se realiza la aplicación de las 5S's en cada área del proceso seleccionado, haciendo uso de checklists. Sustentando un plan de acción para atacar las oportunidades de mejora encontrados. Se realiza el estudio de los métodos de trabajo de cada tipo de operación (operación, transporte,

almacenamiento, inspección y espera) del proceso en estudio. Del diagnóstico realizado, se presentan nuevos métodos de trabajo, mejoras y el rediseño de los puestos de trabajo. Con los nuevos métodos de trabajo se estima la reducción del tiempo de ciclo del proceso en estudio aproximadamente en 9 minutos, asimismo se pronostica la reducción del esfuerzo físico requerido, traduciéndose en incrementos de productividad de cada puesto de trabajo. Se presenta el estudio de tiempos de cada tipo de operación evaluado en la etapa anterior, con la finalidad de presentar las normas del proceso, estableciendo los estándares de trabajo para cumplir con la calidad del proceso. Presentando finalmente la evaluación técnica y económica de los impactos del rediseño, estableciendo los beneficios posibles (económicos y técnicos) que percibirá la organización, y evaluando la rentabilidad de la implementación de las mejoras propuestas.

- **Locales**

Cóndor (2013) realizó la investigación de tesis titulada: “Propuesta de implementación del balance de líneas para incrementar la productividad en el área de chancado de caliza de la empresa Cementos Pacasmayo S.A.A.- Pacasmayo” para obtener el título de ingeniería Industrial. Esta tesis tiene como objetivo principal el desarrollo de un sistema de balance de líneas para incrementar la productividad en el área de chancado de caliza de la empresa Cementos Pacasmayo. Para lo cual identificó la problemática de la empresa, tomando tiempos reales para cada una de las actividades y se hizo también un estudio de tiempos para identificar el cuello de botella. Después de hacer su balance de línea, arrojó que solo utilizaban el 54.1% del proceso productivo y con la mejora esto podría aumentar hasta el 97%. Como otro resultado positivo tuvieron que pudieron reducir el costo de producción que inicialmente era de S/.27.40 a S/. 23.67 lo cual genera un ahorro para la empresa. Con respecto a la estandarización de tiempos, también lograron reducir el tiempo de ciclo de 374 segundos a 282 segundos. Además, hicieron la evaluación financiera de la empresa obteniendo como VAN de su proyecto s/. 89 599.2, IR 33.58% mayor al costo de oportunidad del s/.25.00 y el beneficio costo de su proyecto final fue de 1.5 lo que significa que por cada sol invertido en la propuesta de mejora, será retribuido o ganados 0.50 céntimos.

Loyola y Carranza (2016) egresados de la Universidad privada del Norte, elaboraron una tesis titulada: “Aplicación de herramienta Lean Manufacturing en la gestión de operaciones para aumentar la rentabilidad de la producción de espárrago blanco AW en la empresa agroindustrial planta fresco DanPer Trujillo S.A.C.” con la finalidad de obtener el título de Ingenieros Industriales. El principal objetivo se ve enfocado en el análisis y usos de las herramientas Lean Manufacturing para aumentar la rentabilidad de la planta de fresco de la empresa DanPer S.A.C., empresa dedicada a la fabricación de frutas y hortalizas. Los resultados fueron medidos mediante los indicadores que le permitieron visualizar de manera inmediata los valores alcanzados, los cuales fueron empleados para el desarrollo del previo diagnóstico en el análisis de la situación actual.

Después de haber efectuado el diagnóstico de la planta Fresco de la empresa DanPer S.A.C. y definir las deficiencias en el área de producción se propuso el uso de herramientas de la técnica de Ingeniería Industrial, Lean Manufacturing tales como distribución de planta, TPM, 5S, Flujo de una sola pieza y mapeo de flujo de valor lo que le permitió alcanzar los objetivos de márgenes de utilidad neta en la empresa.

Entonces, a través de su propuesta de mejora para el área de producción, se logró incrementar la rentabilidad en S/. 28,157.00 anual.

Se diagnosticaron las operaciones del área de la empresa Planta Fresco – DanPer S.A.C. determinando una rentabilidad de S/. 105,385.00.

Mediante la propuesta de mejora y tras el análisis financiero de la empresa tenemos que el VAN será de S/. 85,787.04 y un TIR de 66.5% para un horizonte de 17 meses.

El objetivo planteado para la investigación se logró ya que al aplicar las técnicas de Lean Manufacturing y sus herramientas, se obtuvo un flujo más continuo y se redujo el tiempo de proceso del espárrago blanco, evitando así el exceso de tiempo de retención que causaba el cambio de pigmentación de la punta y por ende la baja rentabilidad.

B. Calidad:

- **Mundial**

Díaz (2012) egresado de la Universidad Veracruzana elaboró la tesis titulada: "Propuesta para implementar un Sistema de Gestión De La Calidad en la Empresa Filtración Industrial Especializada S.A. de C.V." con la finalidad de obtener el título de maestría en Ingeniería Industrial. Como resultado del estudio realizado en la empresa se tienen las bases necesarias para establecer un plan de mejora continua. El diagnóstico realizado muestra las deficiencias que se presentan en la empresa en relación a la calidad que se tiene en la misma. Existen puntos en los que se deben poner un mayor énfasis para lograr un mejoramiento de la calidad y la hipótesis planteada se cumple debido a que se detectaron las áreas de la empresa en las que se deben establecer los planes de mejora continua. Al tener estos resultados los dirigentes de la empresa serán quienes decidan si se implementan acciones que permitan el mejoramiento de la empresa o no. Con los datos obtenidos en esta investigación fue posible obtener un panorama preliminar de la situación actual de la empresa, el cual no fue muy alentador debido a que no existe un sistema debidamente documentado. En los resultados del diagnóstico se observa que existe una carencia de elementos necesarios para el buen funcionamiento de la empresa; sin embargo, en general, se refleja un potencial de oportunidades que podrían ser la pauta para emprender acciones de mejora en la organización las cuales sean la base para la implementación de un sistema de gestión de calidad en la misma. En el caso específico de la evaluación preliminar sobre la situación actual de la empresa, se muestra la necesidad de establecer estrategias de calidad que optimicen el trabajo en las áreas; también es importante que aunque el personal realiza sus actividades de manera segura, es preocupante el hecho de que no estén debidamente capacitados, por lo que es necesario establecer un plan periódico de capacitación, ya que no basta con la capacitación inicial que se les proporciona al ser contratados.

- **Nacional**

Ugaz (2012) egresado de la Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú elaboró la tesis titulada: "Propuesta de Diseño e Implementación de un Sistema De Gestión De Calidad basado en la norma ISO 9001:2008 aplicado a una empresa de fabricación de lejías" con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Industrial. El objetivo principal fue el desarrollar de un Sistema de Gestión de Calidad bajo la norma ISO 9001:2008 en una empresa de fabricación de lejías que integre los procesos de la organización, los procedimientos asociados y los responsables de cada actividad para mejorar la gestión de la empresa. Este trabajo comprende los capítulos descritos a continuación. Al finalizar dicho trabajo se obtuvo resultados positivos ya que se determinó que la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad mejorará la imagen corporativa de la empresa y fortalecerá los vínculos de confianza y fidelidad de los clientes con la organización. Por otro lado, también se llegó a la conclusión que el control del producto no conforme, el seguimiento de las no conformidades, así como la implementación de acciones correctivas/preventivas y oportunidades de mejora, se verán reflejados en la disminución del porcentaje de mermas en los procesos.

Slepetis (2006) egresado de la Universidad Veracruzana elaboró la tesis titulada: "Sistemas de Gestión de Calidad. Implementación y Evaluación de la performance mediante un estudio de Caso Múltiple en Inta" con la finalidad de obtener el título de licenciada en Gestión de Agroalimentos. El proyecto estudió la dinámica de implementación y performance tomando como caso de estudio múltiple dos laboratorios acreditados del INTA que prestan servicios a dos cadenas productivas diferentes: fibras textiles y alimentos. La acreditación conforme con la norma de referencia presenta beneficios, traducidos en: mejoras en la satisfacción del cliente, en la gestión, clima organizacional, reducción de costos e información, y limitantes caracterizados por: asignación de recursos, burocracia, y volumen de documentación. Estos beneficios y limitantes son ratificados en el presente trabajo. Sin embargo, no se observa un mayor número de clientes tras la acreditación probablemente porque pertenecen a una Institución reconocida, prestigiosa y referente en el ámbito científico tecnológico del

sector. La co-innovación en torno a la normalización voluntaria, acreditación y evaluación de la conformidad, basada en acciones colectivas y capital social, deriva en cambios sistémicos en el comercio (criterio de remediabilidad). Esto ha permitido concretar transacciones en el orden privado a pesar de las distancias geográficas, sociales y culturales, condicionando el comportamiento de los agentes (oportunismo y racionalidad limitada), incrementando la confianza y reduciendo la incertidumbre. Se han generado cambios a nivel institucional, organizacional y tecnológico, evitando barreras en el comercio que permiten generar economías de primer, segundo y tercer orden reduciendo los costos de transacción a través de contratos creíbles.

- **Local**

Ugaz (2015) egresado de la Universidad Privada del Norte elaboró la tesis titulada: "Propuesta de implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad en la producción artesanal de cosméticos para mejorar la rentabilidad de la empresa Johasu S.A.C" con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Industrial. El objetivo principal fue el desarrollar un análisis de la situación actual de la empresa para que me él se pueda diseñar y proponer la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad, demostrando que a través del desarrollo, implementación y mantenimiento del mismo, la empresa logrará mejorar la competitividad y lograr un alto grado de satisfacción del cliente.

Para realizar la propuesta del Sistema de Gestión de Calidad se utilizó como herramienta de estudio la norma ISO 9001:2008, la cual fue revisada e interpretada, para que a partir de ella se pueda establecer las bases para diseñar el sistema.

Se identificaron los principales procesos y se estableció la línea base de la empresa, se rediseñaron procesos que lo requerían de forma que cumplieran con los requisitos de la norma, para ello se desarrolló un Manual de Calidad cuyo objetivo era describir el Sistema de Gestión de Calidad que incluía el alcance, la política de calidad y la estructura organizacional.

Con este trabajo se concluyó que de acuerdo con el análisis financiero se obtuvo una tasa interna de retorno (TIR) de 24% y un valor actual neto (VAN) de S/. 35,257.09, lo que mostró un aumento del 200,56% con respecto al

año anterior, ya que en dicho año el valor actual neto (VAN) resultó en S/. 75,579.97 y por otro lado la tasa de retorno interna (TIR) fue solamente de 8%. Por lo tanto, se concluyó que el proyecto era viable y que la utilidad lograda dentro de un año de implementado el Sistema de Gestión de Calidad en la empresa sería de S/. 28,009.25.

Ruiz (2013) egresado de la Universidad Privada del Norte elaboró la tesis titulada: "Propuesta de mejora del Sistema de Gestión de Calidad para incrementar el índice de satisfacción de clientes en el área de ventas de la empresa Autonort Trujillo S.A." con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Industrial. El objetivo principal fue incrementar el índice de satisfacción de clientes en el área de Ventas de la empresa Autonort Trujillo S.A. ya que durante el diagnóstico de la empresa se pudo identificar diferentes manifestaciones de inconformidad por parte de los clientes. Dichas inconformidades se manifestaron mediante: Demora y errores en los trámites, mal servicio por parte del asesor de ventas, demora y errores en la distribución de las unidades, fallas en los trabajos de equipamiento adicional y demoras con la entidad financiera. Por lo tanto, se consideró necesario la aplicación de herramientas de gestión de la calidad para él, selección, jerarquización e identificación de las causas de cada uno de los problemas descritos. Además de planeamiento de las alternativas de solución para cada uno de los problemas mediante el "método de mejoramiento de los 7 pasos de Deming. Por último se implementó los niveles exigidos para lograr el incremento del índice de satisfacción de clientes a un 95% que es el estándar establecido por Toyota del Perú.

Este proyecto tuvo un impacto positivo en la empresa ya que cuando se realizó una evaluación económica financiera que demostró que el proyecto era viable ya que se obtuvo un valor actual neto de S/. 290,972.09 con una tasa interna de retorno de la inversión de 33%. Además en el análisis costo beneficio resultó que por cada S/. 1 invertido se obtenía un beneficio de S/. 0.80

2.2 Base Teórica

A. Falta de capacitación

Capacitación:

Según el libro de Chiavenato (2009) se han considerado 3 definiciones importantes sobre capacitación las cuales son:

- “La capacitación es el proceso de desarrollar cualidades en los recursos humanos, preparándolos para que sean más productivos contribuyan mejor al logro de objetivos de la organización.”
- “La capacitación es el proceso de enseñar a los nuevos empleados las habilidades básicas que necesita para desempeñar su trabajo.”
- La capacitación es el proceso educativo de corto plazo, que se aplica de manera sistemática y organizada, que permite a las personas aprender conocimientos, actitudes y competencias en función de objetivos definidos previamente.”

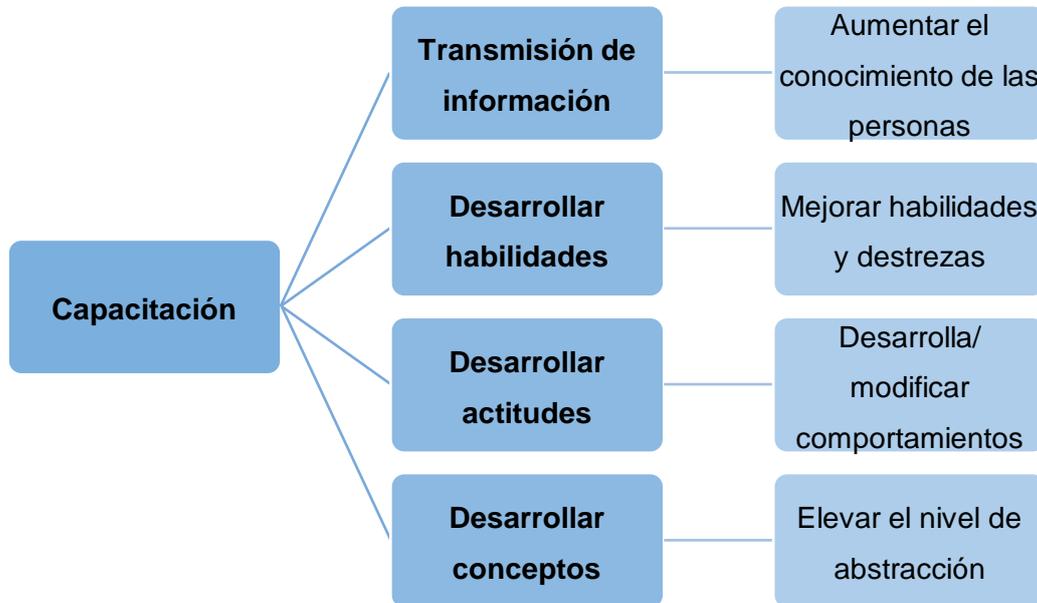
Sin embargo, para el presente proyecto se ha considerado importante recalcar la siguiente definición: “la capacitación es un medio que desarrolla las competencias de las personas para que puedan ser más productivas, creativas e innovadoras, a efecto de que contribuyan mejor a los objetivos organizacionales y se vuelvan más valiosas”. (p. 371)

a. ¿Cuál es el enfoque de la capacitación?

Según Chiavenato (2009) “la capacitación además de ocuparse de la información, las actitudes y los conceptos, ahora se orienta al desarrollo de ciertas competencias que desea la organización.” (p. 372) Es por esa razón que se deben establecer programas de capacitación para todo el personal involucrado con la empresa. Además, si la empresa desea que su personal de trabajo vaya al mismo ritmo de crecimiento que la empresa, entonces es necesario que ese aprendizaje vaya más allá del puesto actual y pueda extenderse en un largo plazo a la carrera de la persona que ejecute el puesto.

b. Proceso de capacitación:

Gráfico N°02: Proceso de capacitación



Fuente: (Chiavenato, I.; 2009)

En el cuadro mostrado anteriormente según Chiavenato (2009) en su libro: “Gestión del talento humano” esos serían las 4 etapas que se deben lograr en un proceso de capacitación. Iniciando por aumentar el conocimiento de las personas sobre la organización, sus productos o servicios, los objetivos, políticas, reglamentos y clientes. Luego aparece la mejora de habilidades y destrezas en la que se prepara a los operarios para la ejecución de las tareas y el manejo de las máquinas por ejemplo. Lo que sigue es desarrollar y/o modificar comportamientos en el que se trata el cambio de actitudes negativas de las personas a actitudes que sean favorables. Por último, elevar el nivel de abstracción, esto se refiere a desarrollar ideas y conceptos para ayudar a las personas a tener una visión de pensamientos más amplios.

Pero lo que queremos conocer ahora son las etapas para identificar cuando una empresa necesita de capacitación, por lo que gracias a I. Chiavenato (2009), hemos encontrado las siguientes 4 etapas:

- **Diagnóstico de las necesidades de capacitación:** Chiavenato (2009) menciona que: “Las necesidades de capacitación son carencias en la

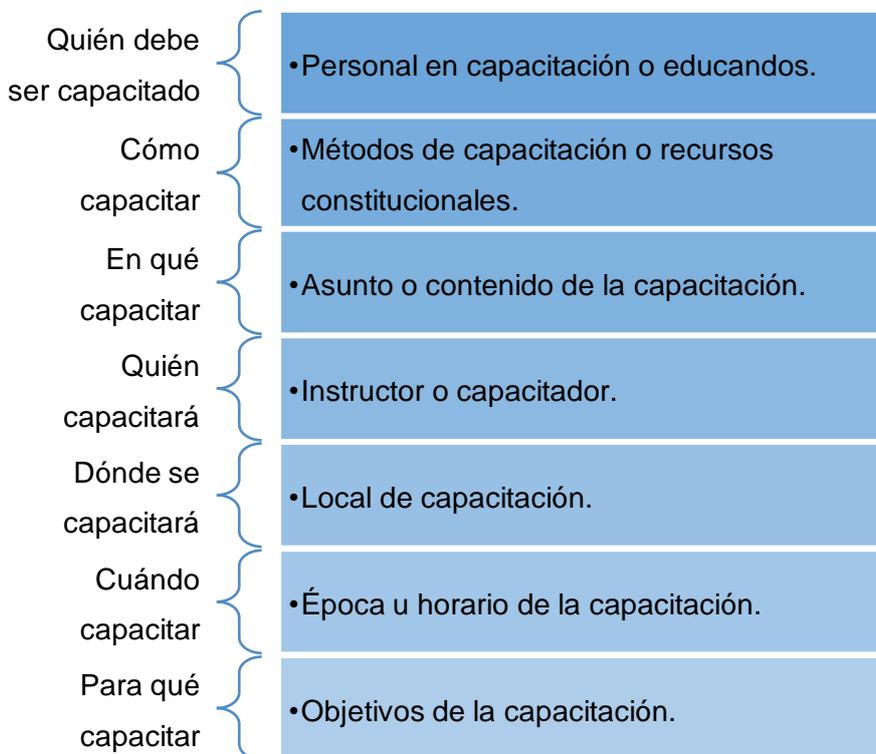
preparación profesional de las personas, es la diferencia entre lo que una persona debería saber y hacer y aquello que realmente sabe y hace.”

En esta etapa se necesita hacer un inventario de las necesidades de capacitación de una organización con el fin de eliminar esas carencias, de lo contrario eso va a significar pérdidas para la empresa. Para la realización de dicho inventario se deben tomar en cuenta cuatro niveles de análisis, los cuáles son según Chiavenato (2009):

- El análisis organizacional: a partir del diagnóstico de toda la organización, para comprobar cuáles aspectos de la misión, visión y objetivos estratégicos debe abordar el programa de capacitación.
 - El análisis de Recursos Humanos, a partir del perfil de las personas para determinar cuáles son los comportamientos, las actitudes los conocimientos y las competencias necesarias para que las personas puedan contribuir a alcanzar los objetivos estratégicos de la organización.
 - El análisis de la estructura de puestos, a partir del estudio de los requisitos y las especificaciones de los puestos para saber cuáles son las habilidades, las destrezas y las competencias que las personas deben desarrollar para desempeñar adecuadamente sus trabajos.
 - El análisis de la capacitación, a partir de los objetivos y metas que se deberán utilizar como criterios para evaluar la eficiencia y la eficacia del programa de capacitación.
- **Diseño del programa de capacitación:** Chiavenato (2009), “se refiere a la planificación de las acciones de capacitación y debe tener un objetivo específico; es decir una vez que se ha hecho el diagnóstico de las necesidades de capacitación, es necesario plantear la forma de atender esas necesidades en un programa integral y cohesionado.”
En el Diagrama N°06 mostrado en la siguiente página sobre el diseño del programa de capacitación se intenta definir cuáles serían los 7 pasos ordenados e indispensables que se deben seguir para lograr el objetivo de una capacitación. (Ver pag. 25)
 - **Ejecución del programa de capacitación:** en esta tercera etapa del proceso de capacitación es necesaria “la conducción, implantación y ejecución del programa” Chiavenato (2009) y para ello existen diversos tipos y técnicas de capacitación que se nombrarán a continuación:

- Tipos de capacitación: En cuanto al lugar donde ocurren se tienen dos tipos: la capacitación en el puesto y las técnicas de clase.
- Técnicas de capacitación: lecturas, instrucción programadas, capacitación en clase, capacitación por computadora, e-learning.

Diagrama N°02: Diseño del programa de capacitación



Fuente: (Chiavenato, I. 2009)

- **Evaluación del programa de capacitación:** en la etapa final del proceso se busca saber si la capacitación logró los objetivos y si ha satisfecho las necesidades de la organización que lo aplica. Para ello es conveniente evaluar las siguientes medidas según Chiavenato (2009)
 - Costo: cuál ha sido el monto invertido en el programa de capacitación.
 - Calidad: qué tan bien cumplió las expectativas.
 - Servicio: satisfizo las necesidades de los participantes o no.
 - Rapidez: qué tan bien se ajustó a los nuevos desafíos que se presentaron.
 - Resultados: qué resultados ha tenido.

Dependiendo del resultado de las preguntas propuestas anteriormente, se podrá determinar si fue un resultado positivo; es decir, que la capacitación cumplió con los objetivos propuestos, o si fue un resultado negativo, lo que indicaría que todo el proceso fue en vano.

B. Falta de estandarización en la materia prima

Estandarización de procesos

a. Estandarización:

La estandarización puede dividirse básicamente en la estandarización de cosas y en la estandarización del trabajo.

La estandarización de las cosas se refiere a que los objetivos deben ser iguales, y es indispensable en muchos aspectos de la vida cotidiana para ser más eficientes.

La estandarización del trabajo consiste en establecer un acuerdo acerca de la forma de hacer algo, la mejor forma que pueden imaginar quienes están involucrados. Como nadie es perfecto, siempre es posible mejorar la forma de hacer algo; en consecuencia, cada vez que se encuentre una mejor forma de hacerlo, debe modificarse el estándar y absorber ese conocimiento en el sistema documentado del negocio. Así, el estándar puede muy bien compararse con un contenedor en el que se acumulan mejoras.

Para que una estandarización se dé de la manera adecuada es necesario

- Llevar a cabo la estandarización de una manera adecuada a las necesidades de la empresa.
- Si la empresa es pequeña no debe pretender cargar con estándares muy sofisticados y manuales muy gruesos.
- La pequeña empresa cambia su estructura o funciones con mucha facilidad y frecuencia. Para que el estándar sirva se debe mantener actualizado.
- Es preferible básico, gráfico y sencillo, pero siempre actualizado, que muy completo y detallado pero ajeno a la realidad.

b. Beneficios de la estandarización:

- Es la mejor forma de preservar el conocimiento y la experiencia.
- Proveen una forma de medir el desempeño
- Muestra la relación entre causas (acciones) y efectos (resultados).

- Suministran una base para el mantenimiento y mejoramiento de la forma de hacer el trabajo.
- Proporcionan una base para el entrenamiento.
- Proveen una base para diagnóstico y auditoría.
- Proveen medios para prevenir la recurrencia de errores
- Minimizan la variación.

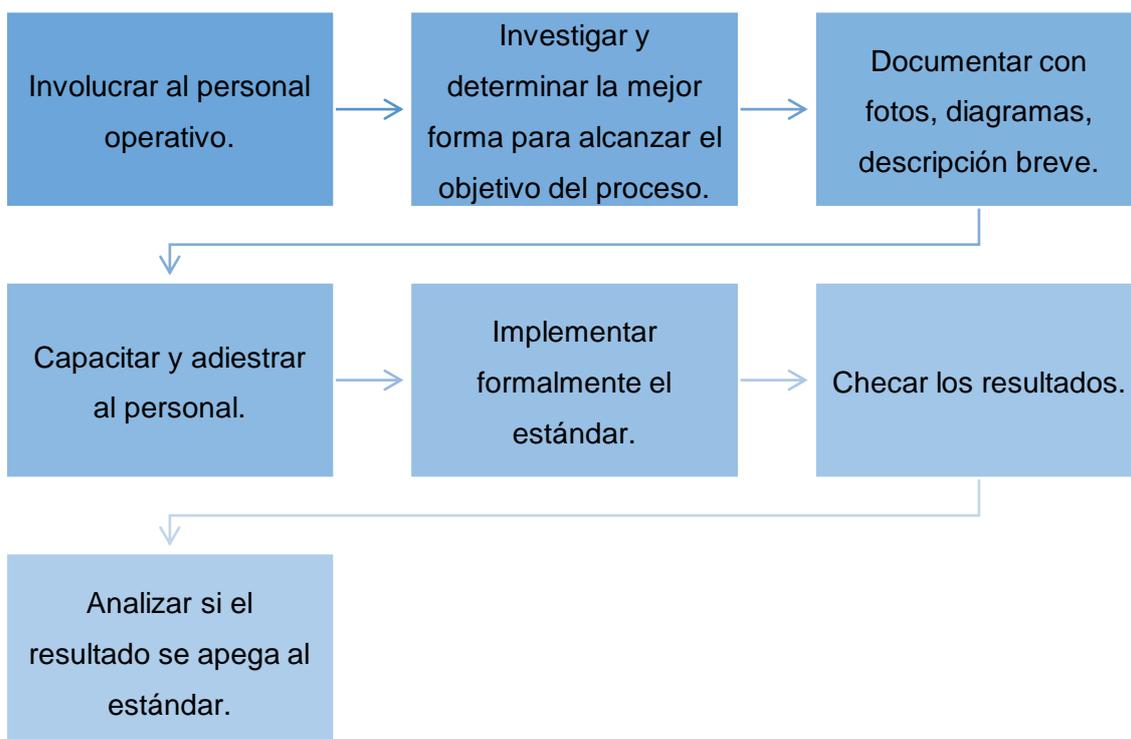
c. Herramientas para estandarizar:

Inicialmente se deben utilizar diagramas, fotos, formatos, check list, entre otros. Asimismo, en ocasiones es conveniente formalizar los estándares con información como quién lo elaboró, quién lo aprobó, el número de versión y la fecha a partir de la cual entra en vigencia el documento. Igualmente, se deben definir objetivos, restricciones y las actividades básicas necesarias para realizar el trabajo.

d. Pasos para la estandarización:

El objetivo principal de una estandarización es proporcionar instrucciones precisas para la ejecución de determinadas tareas. Para ello, es necesario utilizar el formato más sencillo que pueda cumplir con los requerimientos mínimos de información. A continuación se muestra un diagrama donde se pueden observar los pasos para que se dé una estandarización.

Diagrama N°03: Pasos para la estandarización



Fuente: (Rodríguez, M. 2005)

e. Dificultades para la estandarización:

- **Estándar deficiente:** En la elaboración del estándar deben participar todos los miembros del proceso. Es inútil hacer estándares de escritorio que no reflejan la realidad y contratar gente externa para que desarrolle los manuales, sin tomar en cuenta al personal operativo.
- **Falta de capacitación:** Cuando se desarrolla un estándar hay que capacitar a las personas que van a regirse por él. Esta capacitación tiene que ser realizada por las personas que ya dominan el proceso y se debe dejar un registro en el que se indique la fecha de la capacitación, la persona que la impartió y los resultados obtenidos. Debe efectuarse una evaluación teórica y práctica. Para darle a la capacitación un carácter formal, conviene otorgarles a los participantes una certificación, por uno o dos años, por cada tema que dominen.
- **Falta de seguimiento:** Los líderes de la empresa deben demostrar interés en que se respeten los estándares. • Cotidianamente deben hacer verificaciones informales que se vean complementadas por las auditorias.

- **Negligencia:** Cuando los estándares están bien implantados, es poco frecuente que exista negligencia de parte de los colaboradores. Si la hubiera, puede manejarse: Primera falta. Llamada de atención verbal e indagar las causas con la persona. Segunda falta. Levantar un acta administrativa. Tercera falta. al estándar. Sanción de acuerdo con el reglamento.

Muestreo

Dalessio (2004) considera que: este método de medición define una serie aleatoria de observaciones de trabajo, a fin de determinar las actividades que ejecuta un grupo o un individuo. Aquí no se controla el tiempo empleado, ni la capacitación del trabajador de manera que no puede utilizarse para el establecimiento del tiempo estándar.

Por otro lado, para Aquilano (2009) el muestreo del trabajo implica observar una parte o muestra de la actividad laboral. Además menciona que el número de observaciones requeridas para un estudio con muestreo del trabajo puede ser bastante grande, desde varios cientos hasta varios miles, dependiendo de la actividad y del grado de exactitud deseado. Si bien el número se puede calcular con base en fórmulas, el camino más fácil es referirse a una tabla. (Ver Anexo N°01)

La preparación de un estudio con muestreo de trabajo sigue cinco pasos mostrados en el diagrama N°04 en la siguiente página.

Por otro lado, Render afirma que el muestreo del trabajo permite estimar el porcentaje de tiempo que un trabajador dedica a distintas tareas. Se utilizan observaciones aleatorias para registrar la actividad que está realizando un trabajador.

En el Diagrama N°04 se muestra en la siguiente página se han determinado los pasos que se deben realizar para un estudio con muestreo de trabajo.

Para Render, la administración debe decidir los niveles de confianza y precisión deseados para determinar el número de observaciones requerido. Sin embargo, el analista debe seleccionar primero un valor preliminar del parámetro en estudio (paso 1 de la lista anterior). Por lo general, esta elección se basa en una muestra pequeña de quizá unas 50 observaciones. Después, la siguiente fórmula

proporciona el tamaño de la muestra para los niveles de confianza y precisión deseados:

$$n = \frac{z^2 p(1 - p)}{h^2}$$

Dónde:

n = tamaño de muestra requerido

z = número de desviaciones normales estándar para el nivel de confianza deseado

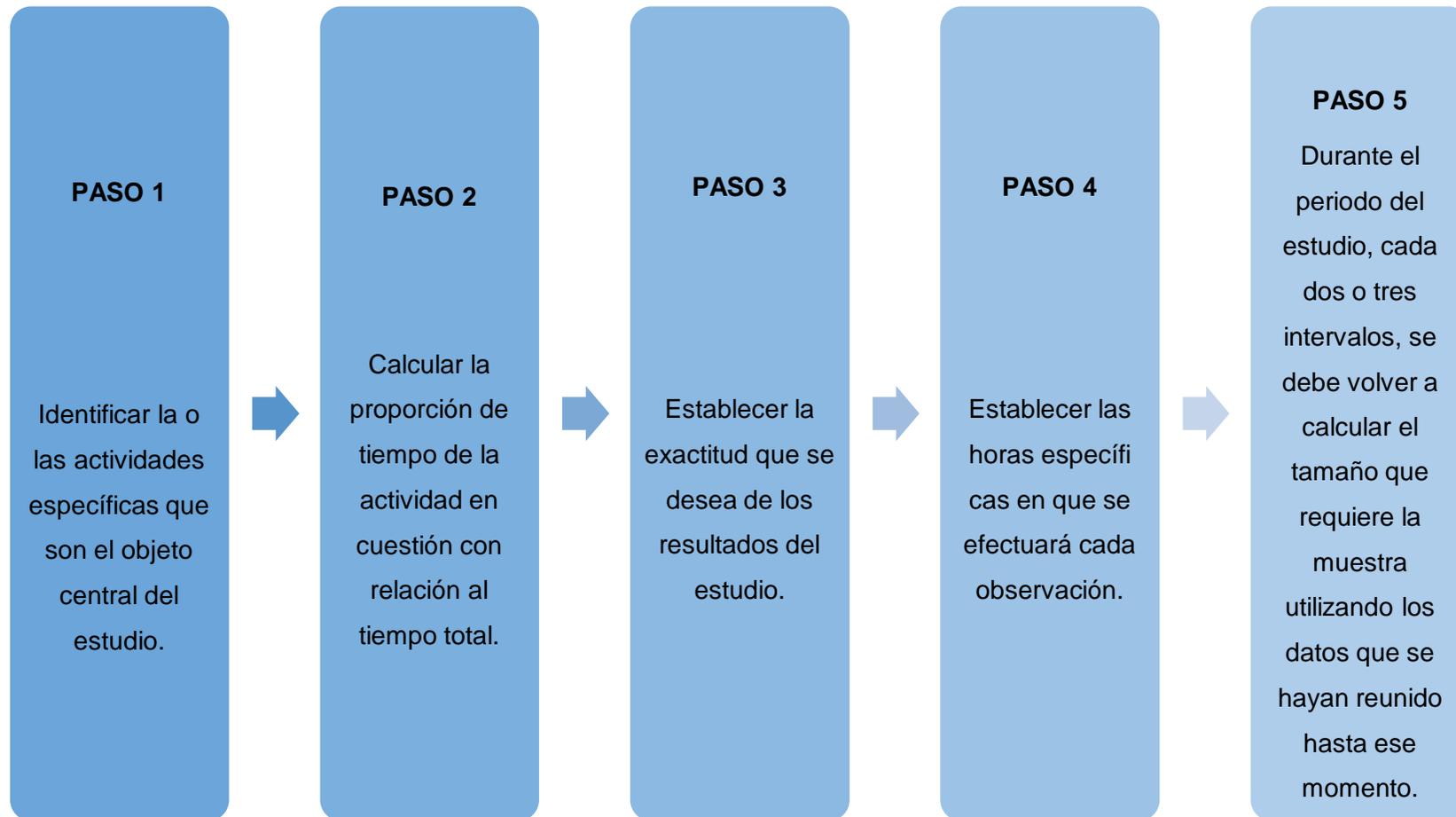
(z = 1 para un 68% de confianza, z = 2 para el 95.45% de confianza, y z = 3 para el 99.73% de confianza estos valores se obtienen a partir de la tabla S10.1 o de la tabla normal incluida en el apéndice I)

p = valor estimado de la proporción de la muestra (del tiempo que se observa al trabajador ocupado o inactivo)

h = nivel de error aceptable, en porcentaje.

Después de haber estudiado tanto las ideas de Aquilano como las de Render, hemos concluido que para nuestra investigación utilizaremos la tabla de muestreo que propone Aquilano, ya que nos permite conocer de una manera más rápida y precisa, el número de observaciones que debemos tener para cierta actividad de trabajo.

Diagrama N°04: Pasos para un estudio con muestreo de trabajo



Fuente: (Aquilano, J.; 2009)

C. Falta esclarecer funciones de trabajo

Descripción del puesto de trabajo:

Es necesario conocer que cada puesto cuenta con actividades que han de realizarse en toda organización; sin embargo, estas actividades o tareas no son realizadas de manera improvisada, sino que depende de las organizaciones de diseñar, planear, modelar e implementar un modelo de la forma de trabajo. Esto se aplica para todas las áreas de la empresa y para cada uno de los puestos y actividades que se realizan en cada área. A continuación se muestra la definición de puesto de trabajo.

a. Definición:

Según I. Chiavenato (2009) menciona que: “Para la organización el puesto constituye la base para colocar a las personas dentro de las tareas de la organización. Para la persona el puesto es una de las mayores fuentes de expectativas y de motivación de la organización.

El puesto se compone de todas las actividades que desempeña una persona (el ocupante), que se engloban en un todo unificado y que aparece en cierta posición formal en el organigrama de la compañía”

b. Diseño de puestos:

Para I. Chiavenato (2009) cada puesto exige ciertas competencias de su ocupante para que lo desempeñe bien. Esas competencias varían conforme al puesto, el nivel jerárquico y el área de actuación.

Menciona también que el diseño del puesto de trabajo es la especificación del contenido, los métodos de trabajo y las relaciones con los demás puestos, a efecto de satisfacer los requisitos tecnológicos, organizacionales y sociales, así como los requisitos personales de su ocupante y para diseñarlo se deben definir 4 condiciones básicas:

- El conjunto de tareas o atribuciones que el ocupante debe desempeñar.
- La manera en que las tareas o atribuciones se deben desempeñar
- Con quién se debe reportar el ocupante del puesto, es decir, quién es su superior inmediato.
- A quién debe supervisar o dirigir el ocupante del puesto; es decir, quienes son sus subordinados o las personas que dependen de él para trabajar.

c. Descripción y análisis de los puestos:

En el texto de Chiavenato (2009), la descripción y el análisis de los puestos tienen por fundamento la noción de que éstos ya existen y que se deben descubrir como cajas negras. Hoy se sabe que los puestos deben ir de la mano con los cambios que ocurren en el contexto de las organizaciones.

- **Concepto de descripción de los puestos:**

La descripción del puesto es un retrato simplificado del contenido y de las principales responsabilidades del puesto. Una vez hecha la descripción de los puestos viene el análisis, el cual aborda cuáles son los requisitos que el ocupante debe cumplir para desempeñar el puesto.

- **Concepto de análisis de los puestos:**

El análisis se hace a partir de la descripción del puesto. Si bien están en estrecha relación, la diferencia radica en que la descripción se enfoca en lo que el ocupante del puesto hace y cuándo, cómo y por qué lo hace y el análisis de los puestos busca determinar cuáles son los requisitos físicos y mentales que el ocupante debe cumplir, las responsabilidades que el puesto le impone y las condiciones en que debe desempeñar el trabajo.

d. Modelos del diseño del puesto de trabajo:

Diagrama N°05: Modelos del diseño de puesto de trabajo

Modelo clásico o tradicional

- Los aspectos principales del diseño de puestos son:
 - **La persona como apéndice de la máquina:** La tecnología está primero y las personas después.
 - **Fragmentación del trabajo:** el trabajo de las personas debe realizarse en conjunto, armonía y en forma de cadena coordinada.
 - **Acento en la eficiencia:** cada obrero trabaja según el método y se ajusta a las reglas y los procedimientos establecidos.
 - **Permanencia:** está hecho para durar por siempre, no se piensa en cambios.

Modelo Humanista

- Conocido también como modelo de las relaciones humanas.
- Surgieron conceptos de liderazgo, motivación, comunicaciones y asuntos relacionados con las personas y su supervisión.

Modelo de las contingencias

- Este modelo no parte del supuesto de la estabilidad y la permanencia de los objetivos y los procesos de la organización como los dos modelos anteriores, sino, por el contrario, es dinámico y se fundamenta en el cambio continuo y la revisión del puesto como una responsabilidad básica en manos del gerente o de su equipo.

Fuente: (Chiavenato, I., 2009)

e. Métodos para reunir datos sobre los puestos:

Para Dessler (2009) en su texto *“Administración de Recursos Humanos”* la entrevista, el cuestionario y la observación son 3 de los métodos más populares para obtener información relevante de los puestos de trabajo.

- **Entrevistas:**

Según Chiavento (2009) existen tres tipos de entrevistas para tal efecto: las entrevistas individuales con cada trabajador, las entrevistas grupales con grupos de trabajadores que ocupan el mismo puesto y las entrevistas con el supervisor que conoce los puestos a analizar.

Por otro lado, Dessler (2009) menciona que, los gerentes pueden realizar entrevistas individuales con cada empleado, o grupales o con conjuntos de empleados que tienen el mismo puesto, así como entrevistas con uno o varios supervisores que conocen las labores del puesto. Además menciona que sin importar el tipo de entrevista que se realice, se debe asegurar que el entrevistado entienda muy bien el motivo de la misma; las entrevistas pueden ser consideradas como “evaluaciones de eficiencia” pues si el trabajador piensa su respuesta es probable que no estén dispuestos a describir sus puestos con precisión.

Dessler indica en su libro los lineamientos a tener en cuenta al momento de realizar una entrevista los cuales los podemos ver en el diagrama N° 08:

Diagrama N°06: Lineamientos para una entrevista

1. El analista y el supervisor deben trabajar en conjunto para elegir a los trabajadores que serán objetivos al describir sus puestos.
2. Establecer buena relación con el entrevistado. Resumir el propósito de la entrevista utilizando un lenguaje sencillo.
3. Utilice una estructurada que incluya preguntas y un espacio de respuestas, con esto se podrá identificar
4. Si las tareas no se realizan de manera regular, el trabajador debe escribir una lista con las actividades en orden de importancia.
5. Al finalizar la entrevista, revise y verifique los datos. Analice la información con el supervisor inmediato y con el trabajador.

Fuente: (Chiavenato, I., 2009)

- **Cuestionarios:**

Dessler (2009) menciona que un cuestionario es un método rápido y eficiente para obtener información de un gran número de empleados, es menos costoso que entrevistar a cientos de trabajadores.

En este método, es el que realiza el cuestionario, la persona que debe decidir que tan estructurado será el mismo y cuáles son las preguntas que van a hacerse. Puede ser cuestionarios muy estructurados, en los que el trabajador recibe varias tareas específicas en las que tendrá que indicar si realiza cada tarea y cada que tiempo las lleva a cabo. También, pueden ser cuestionarios abiertos; aquí solo se le pide al trabajador que mencione y describa sus principales obligaciones.

- **Observación:**

Un método consiste en observar al trabajador en el puesto durante un ciclo completo de trabajo. Aquí se toma nota de todas las actividades del puesto. Luego, una vez que se ha acumulado la mayor cantidad de información, es necesario entrevistar al trabajador el cuál explica los puntos que aun no están claros. Así mismo se puede observar y entrevistar al mismo tiempo, mientras el trabajador encuentra desempeñando sus labores. (Dessler, 2009)

Para Chiavenato (2009), el método de la observación aplica para trabajos simples, rutinarios y repetitivos, como los obreros de la línea de montaje, los operarios de máquinas, los oficinistas, etc.

A partir de los 3 métodos existentes para recolectar información sobre los puestos de trabajo, hemos creído conveniente que para la siguiente investigación utilizaremos el cuestionario ya que contamos con un modelo de cuestionario estructurado y además la observación ya que necesitaremos dicho método también para la toma de datos del siguiente capítulo que corresponde al diagnóstico.

D. Falta MRP

Material Requirements Planning (MRP)

a. Definición:

Según Flores (2008), el MRP (Material Requirements Planning) es una planificación de la producción basada en computadora y el inventario sistema de control. MRP se basa tanto en la programación de producción y control de inventario. Es un sistema de control de los materiales que los intentos de

mantener los niveles adecuados de inventario para asegurar que requiere materiales están disponibles cuando sea necesario. MRP es aplicable en situaciones de múltiples elementos con complejo listas de materiales. MRP no es útil para los talleres de trabajo o para procesos continuos que están estrechamente vinculados.

Según Salazar (2012), la Planeación de Requerimientos de Materiales -MRP (Material Requirements Planning), es un procedimiento sistemático de planificación de componentes de fabricación, el cual traduce un Plan Maestro de Producción en necesidades reales de materiales, en fechas y cantidades. El MRP funciona como un sistema de información con el fin de gestionar los inventarios de demanda dependiente y programar de manera eficiente los pedidos de reabastecimiento.

b. Objetivo:

El Objetivo del MRP es brindar un enfoque más efectivo, sensible y disciplinado a determinar los requerimientos de materiales de la empresa. Flores (2008)

Gráfico N° 03: Comparación de Técnicas Clásicas y el MRP

	Técnicas Clásicas	MRP
Tipo de demanda	Independiente (aleatoria)	Dependencia (predeterminada)
Determinación de la demanda	Previsión estadística en base a la demanda	Explosión de las necesidades en base al Plan Maestro de Producción.
Tipo de artículos	Finales y piezas de repuesto	Partes y componentes
Base de los pedidos	Reposición	Necesidades.
Stock de seguridad	Necesario para paliar aleatoriedad de la demanda.	Tiende a desaparecer salvo en los productos finales.
Objetos directos	Satisfacción del cliente	Satisfacción de las necesidades de producción.

Fuente: (Flores, A., 2008)

c. Tipos de demanda:

Gráfico N° 04: Tipos de Demanda

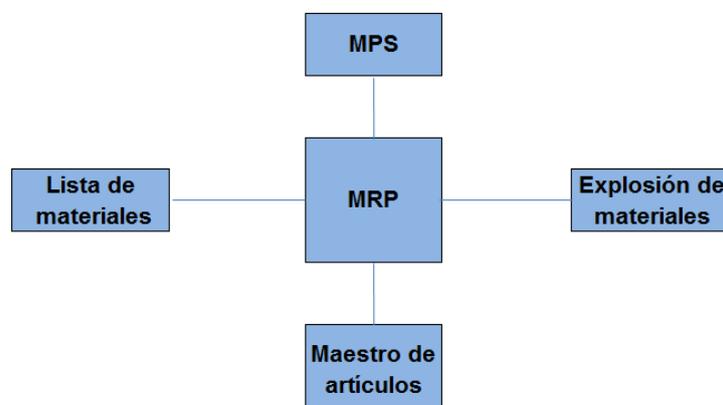
Demanda independiente	Demanda dependiente	Demanda mixta
<ul style="list-style-type: none">•Influyen las condiciones del mercado, es sumamente difícil estimarla con exactitud, razón por la cual esta debe ser pronosticada.	<ul style="list-style-type: none">•Su cantidad es función derivada de una demanda independiente.	<ul style="list-style-type: none">•Elementos que pueden estar sujetos tanto a demandas dependientes como independientes.

Fuente: (Salazar, B., 2012)

d. Entrada en un MRP:

El siguiente gráfico representa los datos de entrada que precisa un MRP para poder llevarse a cabo. Salazar (2012).

Gráfico N° 05: Entradas en el MRP



Fuente: (Salazar, B., 2012)

- MPS: Plan Maestro de Producción que nos indica las demandas independientes

- Maestro de artículos: Listado de todos los artículos de demanda independiente
- Lista de materiales: Listado de todos los materiales que se precisan para la obtención de los artículos de demanda independiente
- Explosión de materiales - BOM: Registro donde figuran todos los componentes de un artículo, su relación padre - hijo y las cantidades de uso estandarizadas establecidas por diseño e ingeniería.

e. Pronósticos:

El primer paso al momento de querer elaborar el MRP es el de pronosticar la demanda para tener los recursos suficientes para poder cubrirla.

Los pronósticos se definen como Los pronósticos son aportes cruciales de los planes de negocios, los planes anuales y los presupuestos. Finanzas necesita pronósticos para proyectar los flujos de efectivo y las necesidades de capital. Recursos humanos necesita pronósticos para prever las necesidades de contratación y capacitación de personal. Marketing es una de las fuentes principales de información de pronósticos de venta, porque es el área que se encuentra más cerca de los clientes externos. Operaciones necesita pronósticos para planear los niveles de producción, compras de servicios y materiales, mano de obra y programas de producción, inventarios y capacidades a largo plazo. (Lee; Ritzman; Malhotra., 2008)

Para realizar un pronóstico se debe tener en consideración 3 métodos que los vemos a continuación:

- Métodos de juicio: Métodos cualitativos en los que las opiniones de gerentes y expertos, los resultados de las encuestas de consumidores y las estimaciones del personal de ventas se traducen en estimaciones cuantitativas.
- Métodos causales: Métodos cuantitativos que utilizan datos históricos de variables independientes, como campañas de promoción, condiciones económicas y actividades de los competidores.
- El análisis de series de tiempo: Método cuantitativo estadístico que depende en alto grado de datos históricos de la demanda, con los que proyecta la magnitud futura de la misma y reconoce las tendencias y patrones estacionales.

f. El sistema MRP:

Según Flores (2008), el sistema MRP comprende la información obtenida de al menos tres fuentes o ficheros de Información principales que a su vez suelen ser generados por otros subsistemas específicos, pudiendo concebirse como un proceso cuyas entradas son:

- **El plan maestro de producción:** el cual contiene las cantidades y fechas en que han de estar disponibles los productos de la planta que están sometidos a demanda externa (productos finales fundamentalmente y, posiblemente, piezas de repuesto).
- **El estado del inventario:** que recoge las cantidades de cada una de las referencias de la planta que están disponibles o en curso de fabricación. En este último caso ha de conocerse la fecha de recepción de las mismas.
- **La lista de materiales:** que representa la estructura de fabricación en la empresa. En concreto, ha de conocerse el árbol de fabricación de cada una de las referencias que aparecen en el Plan Maestro de Producción.

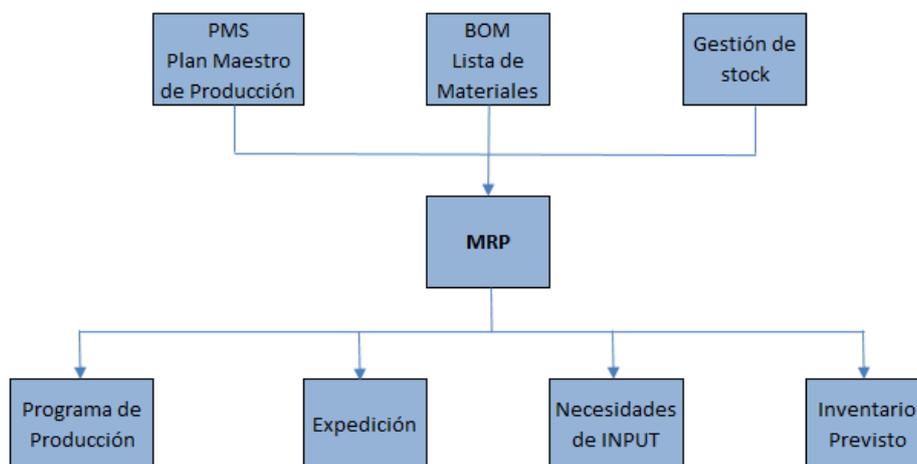
A partir de estos datos la explosión de las necesidades proporciona como resultado la siguiente información:

- El plan de producción de cada uno de los ítems que han de ser fabricados, especificando cantidades y fechas en que han de ser lanzadas las órdenes de fabricación. Para calcular las cargas de trabajo de cada una de las secciones de la planta y posteriormente para establecer el programa detallado de fabricación.
- El plan de aprovisionamiento, detallando las fechas y tamaños de los pedidos a proveedores para todas aquellas referencias que son adquiridas en el exterior.
- El informe de excepciones, que permite conocer qué órdenes de fabricación van retrasadas y cuáles son sus posibles repercusiones sobre el plan de producción y en última instancia sobre las fechas de entrega de los pedidos a los clientes. Se comprende la importancia de esta información con vistas a renegociar estas si es posible o, alternativamente, el lanzamiento de órdenes de fabricación urgentes, adquisición en el exterior, contratación de horas extraordinarias u otras medidas que el supervisor o responsable de producción considere oportunas.

Así pues, la explosión de las necesidades de fabricación no es más que el proceso por el que las demandas externas correspondientes a los productos finales son traducidas en órdenes concretas de fabricación y aprovisionamiento para cada uno de los ítems que intervienen en el proceso productivo.

Dichas entradas son procesadas por el programa de MRP que, mediante la explosión de necesidades, da lugar al denominado Plan de Materiales o Programa de Producción, indicativo de los pedidos de fabricación y de compras. Dicho plan forma parte de los denominados informes primarios, los cuales constituyen una de las salidas del MRP. Las otras, son los denominados informes secundarios o residuales y las transacciones de inventarios. Estas últimas sirven para actualizar el Fichero de Registro de Inventarios en función de los datos obtenidos en el proceso del cálculo desarrollado por el MRP.

Gráfico N° 06: Sistema MRP



Fuente: (Flores, A., 2008)

Características del sistema MRP

Según Flores (2008), las características del sistema, se podrían resumir en:

- Está orientado a los productos, dado que, a partir de las necesidades de éstos, planifica las de componentes necesarios.
- Es prospectivo, pues la planificación se basa en las necesidades futuras de los productos.
- Realiza un acomodo de tiempo de las necesidades de ítems en función de los tiempos de suministro, estableciendo las fechas de emisión y entrega

de pedidos. En relación con este tema, hay que recordar que el sistema MRP toma el TS (Tiempo) como un dato fijo, por lo que es importante que éste sea reducido al mínimo antes de aceptarlo como tal.

- No tiene en cuenta las restricciones de capacidad, por lo que no asegura que el plan de pedidos sea viable.
- Es una base de datos integrada que debe ser empleada por las diferentes áreas de la empresa.

g. Programación de requerimientos brutos:

Según Flores (2008), la programación de requerimientos brutos sólo tiene lugar en el caso de que nuestro proceso no se vea afectado por inventarios, ni recepciones programadas, lo cual se ajusta poco a la realidad, sin embargo, debe considerarse como una forma de evaluar nuestro plan en condiciones ideales, en tal caso podemos obtener información referente a las actividades críticas promedio y a las actividades con holgura, información sumamente relevante en materia de negociaciones y programación de la producción. Para ello debemos considerar entonces el lead time de cada componente, definamos lead time como el ciclo en términos de tiempo que se requiere para que el producto se encuentre disponible una vez sus partes se encuentren dispuestas. En el caso de que los componentes sean materias primas, el lead time será el tiempo que tarda en estar la materia en las instalaciones de la compañía a partir de que se emite la orden de compra al proveedor.

h. Programación de requerimientos netos:

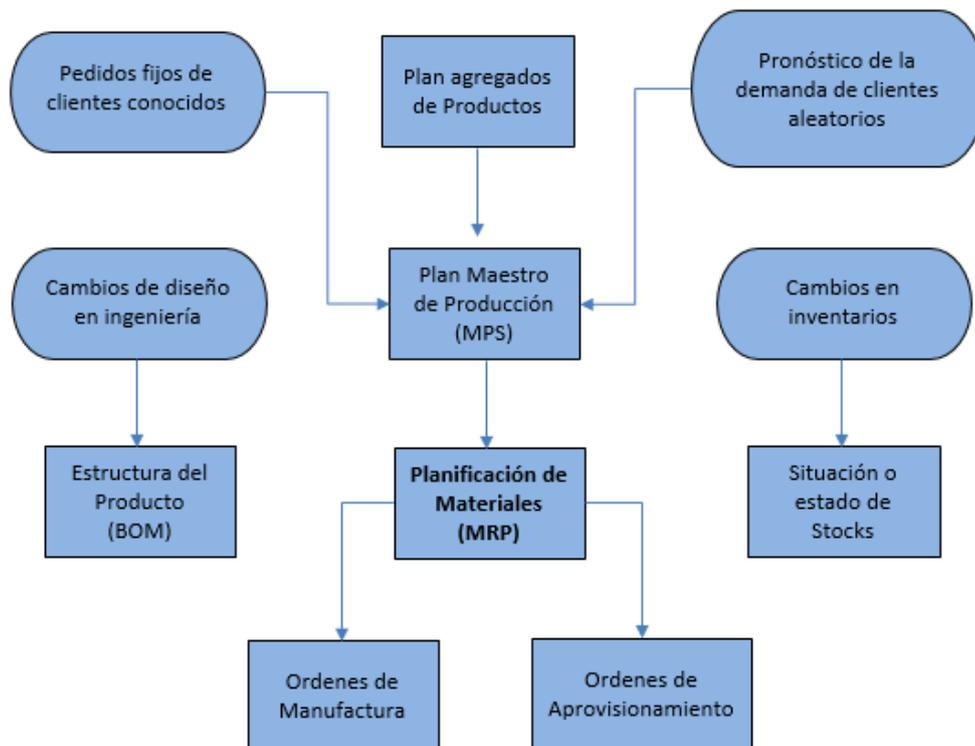
Según Flores (2008), la programación de requerimientos netos corresponde al entregable del MRP, es decir que en esta se determina las condiciones para el lanzamiento de las órdenes proyectadas, tanto órdenes de compra, como órdenes de fabricación. Su diferencia respecto a la programación de requerimientos brutos es la inclusión de inventarios, niveles de seguridad y recepciones programadas, ajustándose al devenir de la producción real. Así mismo, en dicha programación se aplica el tamaño de lote determinado para cada componente.

i. Esquema general de un Sistema MRP I:

Según Flores (2008), el MPS recibe los pedidos (procedentes de marketing) y, en base a la demanda de los clientes fijos y los pronósticos de la demanda de clientes aleatorios, se determina el plan maestro, que responde esencialmente a las preguntas de qué se debe fabricar y cuándo, dentro de

una política de un plan agregado de producción. Este plan maestro se combina con la estructura del producto, y con los archivos de la lista de inventarios procesándose en el fichero MRP que a su vez emite los programas de producción y/o aprovisionamiento. Este ciclo se modifica de acuerdo a la factibilidad de los programas emitidos por el MRP.

Diagrama N° 07: Esquema general de un Sistema MRP



Fuente: (Flores, A., 2008)

E. Falta mantenimiento preventivo:

Gestión de mantenimiento

a. Definición de mantenimiento:

Según Sanzol (2010) mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

Para Muñoz (2016) el mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.

b. Tipos de mantenimiento:

Según Sanzol (2010) tradicionalmente se distinguen 5 tipos de mantenimiento los cuáles se ven reflejados en el Cuadro N°04.

Gráfico N°07: Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Predictivo	Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)	Mantenimiento en uso
<ul style="list-style-type: none">•Conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.	<ul style="list-style-type: none">•Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.	<ul style="list-style-type: none">•Los 2 análisis anteriores solo desarrollan disposiciones físicas buenas mas no óptimas. Este análisis es útil para identificar cuál es el mínimo recorrido del producto.	<ul style="list-style-type: none">•El objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a “cero horas” de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.	<ul style="list-style-type: none">•Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos, etc.) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve.

Fuente: (Sanzol, A., 2010)

Por otro lado, según Muñoz (2016) existen varios sistemas para acometer el servicio de mantenimiento para lo que cita los siguientes:

Gráfico N°08: Sistemas de mantenimiento

Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Predictivo	Mantenimiento productivo total (TPM)
<ul style="list-style-type: none">•Conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo.	<ul style="list-style-type: none">•Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento.•Establecer la vida útil de los mismos.•Determinar los trabajos a realizar en cada caso.•Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.	<ul style="list-style-type: none">•Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo.	<ul style="list-style-type: none">•Mantenimiento: Para mantener siempre las instalaciones en buen estado.•Productivo: Esta enfocado a aumentar la productividad.•Total: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

Fuente: (Muñoz, A., 2016)

Para nuestra investigación tomaremos como base las definiciones de Sanzol presentadas en el Gráfico N°07 ya que tienen una explicación más acorde a lo que necesitamos para realizar el proyecto.

c. Políticas de mantenimiento:

Muñoz (2016) menciona que para cada equipo de una planta pueden formularse varias políticas de mantenimiento, individualmente o en combinación. La suma racional de tales políticas especificadas, para el total de la planta, constituye el plan de mantenimiento.

Las acciones que pueden llevarse a cabo antes de producirse el fallo serán preventivas. Las que se lleven a cabo después, correctivas.

Para poder planificar el mantenimiento es necesario conocer las diferentes políticas de trabajo que se pueden seguir para realizar dicho mantenimiento:

Gráfico N°09: Políticas de mantenimiento

Reparación o sustitución a intervalo fijo antes del fallo

- Cuando el elemento pueda ser clasificado como de fácil sustitución.

Mantenimiento según condición

- La conveniencia de esta política y su periodicidad dependerá de las características de deterioro del equipo estudiado y de los costes que éste implica.

Mantenimiento de oportunidad

- Política más apropiada para los elementos de difícil sustitución o en funcionamiento continuo, con altos costes de parada y/o de indisponibilidad.

Operación hasta fallo y mantenimiento correctivo

- La tarea básica es establecer la forma más económica de restaurar la unidad a un estado aceptable.

Mantenimiento modificativo

- Intenta eliminar la causa del fallo.

Fuente: (Muñoz, A., 2016)

d. Plan de mantenimiento:

Para Muñoz (2016) la gran cantidad de factores que influyen en la selección de la política de mantenimiento, hacen que sea necesario un procedimiento sistemático para determinar el mejor programa de mantenimiento para cada

periodo de tiempo. Las etapas de este procedimiento se explican en el Diagrama N°08 mostrado en la siguiente hoja.

F. Falta de tiempos estandarizados

Medición de trabajo y estándares:

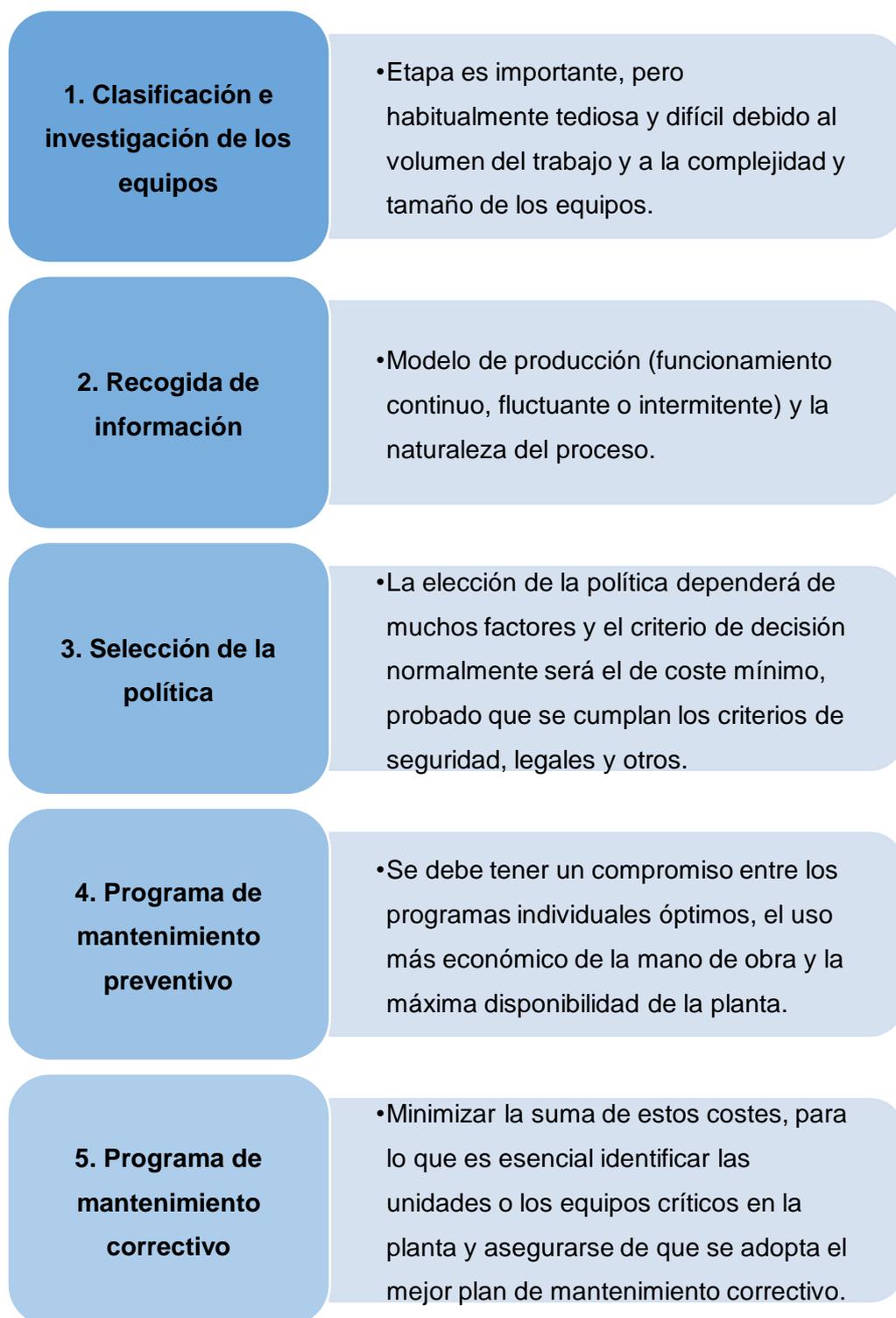
Según Aquilano (2009) dice que la medición de tiempos es establecer tiempos que sirvan de modelo para un trabajo. Se dice además que desde los tiempos de Taylor, la medición del trabajo y los estándares resultantes han dado lugar a muchas polémicas como que los estándares que se piden suelen ser inalcanzables así como, cuando se establece un porcentaje que ha sido revisado es como imponer una sanción a los trabajadores que encuentran una mejor manera de desempeñar el trabajo. Para realizar los estándares son necesarios cuatro motivos:

- Programar el trabajo y asignar la capacidad.
- Ofrecer una base objetiva para motivar la fuerza de trabajo y para medir el desempeño de los trabajadores.
- Presentar cotizaciones para nuevos contratos y evaluar el desempeño de los existentes.
- Proporcionar puntos de referencias para las mejoras.

Para Dalessio (2004) en su libro Administración y Dirección de la Producción existen ciertos propósitos que se persiguen para la medición de trabajo, las cuales son:

- Evaluación del comportamiento del trabajador
- Planeación de las necesidades de la fuerza de trabajo
- Planeación de la capacidad
- Fijación de precios.

Diagrama N°08: Plan de mantenimiento



Fuente: (Muñoz, A., 2016)

a. Técnicas de la medición del trabajo:

- **Estudio de tiempos:**

Dalessio (2004) afirma que el estudio de tiempos determina el tiempo de trabajo que involucra la ejecución de una tarea según un método prescrito, que determina el ritmo de trabajo y a partir de él es posible establecer un estándar para efectuar las tareas.

Heizer y Render (2009) indica que este procedimiento implica medir el tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador y usarlo para establecer un estándar. También, menciona 8 pasos para que una persona pueda establecer un estándar:

- Definir la tarea a estudiar (después de realizar un análisis de métodos).
- Dividir la tarea en elementos precisos (partes de una tarea que con frecuencia no necesitan más de unos cuantos segundos).
- Decidir cuántas veces se medirá la tarea (el número de ciclos de trabajo o muestras necesarias).
- Medir el tiempo y registrar los tiempos elementales y las calificaciones del desempeño.
- Calcular el tiempo observado (real) promedio. El tiempo observado promedio es la media aritmética de los tiempos para cada elemento medido, ajustada para la influencia inusual en cada elemento:

$$\text{Tiempo observado promedio} = \frac{\text{Suma de los tiempos registrados para realizar cada elemento}}{\text{Número de observaciones}}$$

- Determinar la calificación del desempeño (paso del trabajo) y después calcular el tiempo normal.

$$\text{Tiempo normal} = (\text{Tiempo observado promedio}) \times (\text{Factor de calificación de desempeño})$$

- Sumar los tiempos normales para cada elemento a fin de determinar el tiempo normal de una tarea.
- Calcular el tiempo estándar. Este ajuste al tiempo normal total proporciona las holguras por necesidades personales, demoras inevitables del trabajo, y fatiga del trabajador:

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal total}}{1 - \text{Factor de holgura}}$$

Por otro lado, Aquilano (2009) menciona algunas reglas generales para el estudio de tiempos las cuáles son:

- Definir cada elemento del trabajo de modo que dure poco tiempo, pero lo bastante como para poder cronometrarlo y anotarlo.
- Si el operario trabaja con equipo que funciona por separado (o sea que el operario desempeña una tarea y el equipo funciona de forma independiente), dividir las acciones del operario y del equipo en elementos diferentes.
- Definir las demoras del operador o del equipo en elementos separados.
- Tras un número dado de repeticiones, se saca el promedio de los tiempos registrados.
- Para que el tiempo de un operario sea aplicable a todos los trabajadores, se debe incluir una medida de la velocidad o índice del desempeño que será el "normal" para ese trabajo. La aplicación de un factor del índice genera el llamado tiempo normal.

$$\text{Tiempo normal} = (\text{Tiempo del desempeño observado por unidad}) \times (\text{Índice de desempeño})$$

Cuando se observa a un operario durante un periodo, el número de unidades que produce durante el mismo, así como el índice del desempeño, se tiene:

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Número de unidades producidas}} \times \text{índice de desempeño}$$

- El tiempo estándar se encuentra mediante la suma del tiempo normal más algunas holguras para las necesidades personales (como descansos para ir al baño o tomar café), las demoras inevitables en el trabajo (como descomposturas del equipo o falta de materiales) y la fatiga del trabajador (física o mental).

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal}}{1 - \text{Tolerancias}}$$

Después de haber analizado lo estipulado por ambos autores sobre el estudio de tiempos, es necesario recalcar que vamos a utilizar las fórmulas propuestas por Render. Sin embargo, en caso sea necesario,

se va a proceder a utilizar la fórmula de autor Aquilano sobre tiempo normal ya que las demás fórmulas son relativamente las mismas, dicha fórmula es la ya antes descrita:

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Número de unidades producidas}} \times \text{índice de desempeño}$$

Además para poder definir el índice de desempeño de un trabajador debemos considerar las siguientes definiciones que corresponden al ritmo de trabajo que un trabajador puede lograr. En la tabla N° 04 se muestran los términos del ritmo de trabajo a los que un trabajador estaría en condiciones de cumplir al realizar una actividad, estos datos están dados en porcentaje y corresponde al índice de desempeño o factor de calificación que se necesita para hallar el tiempo normal de una actividad, para ello se han considerado los siguientes porcentajes:

Tabla N°04: Índice de desempeño (%)

Ritmo de Trabajo	
Acelerado	120
Rápido	115
Óptimo	110
Bueno	105
Normal	100
Regular	95
Lento	90
Muy Lento	85
Deficiente	80

Fuente: (Chiavenato, I., 2009)

En la Tabla N°05 se pueden apreciar los suplementos por descanso en porcentajes o también conocidos como el factor de holgura o las tolerancias que se pueden aplicar para poder hallar un tiempo estándar. Los índices de los suplementos o tolerancias pueden variar según dos aspectos importantes que dependen del tipo de suplemento que sean: constantes y/o variables, además de si la persona que realiza la actividad es de sexo masculino o femenino.

Tabla N°05: Factor de holgura

SUPLEMENTOS POR DESCANSO EN PORCETAJES DE LOS TIEMPOS NORMALES					
SUPLEMENTOS CONSTANTES				Hombres	Mujeres
Suplemento por necesidades personales				5	7
Básico por fatiga				4	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		Hombres	Mujeres	SUPLEMENTOS VARIABLES	
A. Trabajo de Pie		2	4	F. Tensión visual	
B. Por postura anormal				Trabajos de cierta precisión	
Ligeramente incómoda		0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	
Incómoda (inclinado)		2	3	Trabajos de gran precisión o muy fatigoso	
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7	G. Ruido	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular				Continuo	
(levantar, tirar o empujar)				Intermitente y fuerte	
Peso levantado en kilos				Intermitente y muy fuerte	
	2.5	0	1	(estridente y fuerte)	
	5.0	1	2	H. Tensión Mental	
	7.5	2	3	Proceso bastante complejo	
	10.0	3	4	Proceso complejo o atención dividida	
	12.5	4	6	entre muchos objetos	
	15.0	5	8	Muy complejo	
	17.5	7	10	I. Monotonía mental	
	20.0	9	13	Trabajo algo monótono	
	22.5	11	16	Trabajo bastante monótono	
	25.0	13	20(máx)	Trabajo muy monótono	
	30.0	17	-	J. Monotonía física	
	35.5	22	-	Trabajo algo aburrido	
D. Iluminación				Trabajo aburrido	
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Trabajo muy aburrido	
Bastante por debajo		2	2		
Absolutamente insuficiente		5	5		
E. Condiciones atmosféricas					
Índice de enfriamiento, termómetro de Kata					
(Milicalorás/cm2/segundo)					
	16		0		
	14		0		
	12		0		
	10		3		
	8		10		
	6		21		
	5		31		
	4		45		
	3		64		
	2		100		

Fuente: (OIT, 2012)

G. Instalaciones inadecuadas

Distribución de instalaciones

Según Heyzer y Render (2009), la distribución de instalaciones es una de las decisiones clave que determinan la eficiencia de las operaciones a largo plazo. Tiene numerosas implicaciones estratégicas porque establece las prioridades competitivas de la organización en relación con la capacidad, los procesos, la flexibilidad y el costo, igual que con la calidad de vida en el trabajo, el contacto con el cliente, y la imagen. En todos los casos, el diseño de la distribución debe considerar la manera de lograr lo siguiente:

- Mayor utilización de espacio, equipo y personas
- Mejor flujo de información, materiales y personas
- Mejor ánimo de los empleados y condiciones de trabajo más seguras
- Mejor interacción con el cliente
- Flexibilidad (cualquiera que sea la distribución actual, deberá cambiar)

a. Tipos de Distribución:

Lo que sabemos es que una buena distribución requiere determinar lo siguiente:

- Equipo para el manejo de materiales: Se deben decidir qué equipo se va a usar, incluyendo bandas, grúas, sistemas de almacenamiento y recuperación automatizados, y carritos automáticos para entrega y almacenamiento de material.
- Requerimientos de capacidad y espacio: Una vez que se conocen las necesidades de personal, maquinaria y equipo, se procede con la distribución y proporcionar espacio para cada componente. Se deben considerar holguras para los requerimientos que tienen que ver con la seguridad, el ruido, el polvo, el humo, la temperatura y el espacio necesario alrededor del equipo y las máquinas.
- Entorno y estética: Con frecuencia la distribución requiere tomar decisiones acerca de ventanas, plantas y altura de las divisiones para facilitar el flujo de aire, reducir el ruido, brindar privacidad, etcétera.

- Flujos de información: Este aspecto puede requerir tomar decisiones tanto acerca de la proximidad como de espacios abiertos contra divisiones a media altura y oficinas privadas.
- Costo de desplazarse entre diferentes áreas de trabajo: Puede haber consideraciones únicas relacionadas con el movimiento de materiales o con la importancia de que ciertas áreas estén cerca de otras.

Los tipos de distribución son:

Gráfico N°10: Tipos de distribución

Distribución de oficina:

- Posiciona a los trabajadores, su equipo, y sus espacios y oficinas para proporcionar el movimiento de información.

Distribución de tienda:

- Asigna espacio de anaqueles y responde al comportamiento del cliente.

Distribución de almacén:

- Aborda los intercambios que se dan entre espacio y manejo de materiales

Distribución de posición fija:

- Estudia los requerimientos de distribución de proyectos grandes y voluminosos, como barcos y edificios.

Distribución orientada al proceso:

- Trata la producción de bajo volumen y alta variedad

Distribución de célula de trabajo:

- Acomoda maquinaria y equipo para enfocarse en la producción de un solo producto o de un grupo de productos relacionados.

Distribución orientada al producto:

- Busca la mejor utilización de personal y maquinaria en la producción repetitiva o continua

Fuente: (Heyzer, J.; Render, B., 2009)

Para nuestra investigación centraremos nuestro análisis en la distribución de almacén que consideramos es una parte importante, así como distribución orientada al proceso y distribución orientada al producto para entender la diferencia.

- **Distribuciones de almacenes y almacenamiento:**

El objetivo de la distribución de almacenes es encontrar el intercambio óptimo entre los costos del manejo y los costos asociados con el espacio de almacén.

En consecuencia, la tarea de la administración es maximizar la utilización del “cubo” total del almacén es decir, usar todo su volumen mientras mantiene bajos los costos por manejo de materiales. El costo por manejo de materiales se define como todos los costos relacionados con la transacción. Comprenden el transporte de entrada, almacenamiento, y transporte de salida de los materiales que se almacenarán. Estos costos incluyen equipo, personal, material, supervisión, seguros y depreciación. Por supuesto, una distribución de almacén efectiva también minimiza los daños y desperdicios de material dentro del almacén.

Un componente importante de la distribución de un almacén es la relación que hay entre el área de recepción y descarga y el área de embarque y carga. El diseño de la instalación depende del tipo de artículos que se descargan, de dónde se descargan (camiones, vagones, montacargas, etc.), y del sitio al que se descargan. En algunas compañías, las instalaciones para recepción y embarque, o muelles, como también se les llama, son incluso la misma área; algunas veces son muelles de recepción por la mañana y por la tarde muelles de embarque.

En el Gráfico N° 11 mostrado en la siguiente página se muestran los tipos de almacenamiento propuestos por Heyzer y Render.

Gráfico N°11: Tipos de almacenamiento

Almacenamiento Cruzado	Almacenamiento Aleatorio	Personalización
<ul style="list-style-type: none">• Sistema para evitar que los materiales o suministros se coloquen en almacén al procesarlos conforme son recibidos para su embarque.	<ul style="list-style-type: none">• Se usa en los almacenes para colocar los artículos donde haya una ubicación abierta.	<ul style="list-style-type: none">• Uso del almacenamiento para agregar valor al producto mediante la modificación, reparación, etiquetado y empaque de componentes.

Fuente: (Heyzer, J.; Render, B., 2009)

- **Distribución orientada al proceso:**

Es la forma tradicional de apoyar una estrategia de diferenciación del producto. Resulta más eficiente cuando se elaboran productos con distintos requerimientos o cuando se manejan clientes, pacientes o consumidores con distintas necesidades. Un producto o pedido pequeño se fabrica llevándolo de un departamento a otro en la secuencia requerida para ese producto. Una gran ventaja de la distribución orientada al proceso es su flexibilidad para la asignación de equipo y mano de obra. Las desventajas de la distribución orientada al proceso provienen del uso de propósito general del equipo. Los pedidos toman más tiempo para moverse a través del sistema debido a su difícil programación, las cambiantes preparaciones, y el manejo único de materiales.

La táctica más común es arreglar los departamentos o centros de trabajo de tal forma que se minimice el costo por manejo de materiales. En otras palabras, los departamentos con grandes flujos de partes o personas entre ellos deben colocarse cercanos uno de otro.

Heyzer y Render proponen un procedimiento para la distribución del proceso que consta de 6 pasos descritos a continuación:

Diagrama N°09: Pasos para la distribución de procesos

Paso 1

- Construir una matriz desde-hasta, donde se muestre el flujo de partes o materiales de un departamento a otro

Paso 2

- Determinar los requerimientos de espacio de cada departamento.

Paso 3

- Desarrollo de un diagrama esquemático inicial que muestre la secuencia de departamentos a través de los cuales se deben trasladar las partes. Tratar de colocar los departamentos con un flujo pesado de materiales o partes enseguida uno del otro.

Paso 4:

- Determinar el costo de esta distribución usando la ecuación del costo por manejo de materiales
- *Minimizar el costo* = $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij}$
- n = número total de centros de trabajo o departamentos
- i, j = departamentos individuales
- X_{ij} = número de cargas transportadas del departamento i al departamento j
- C_{ij} = costo de llevar una carga del departamento i al departamento j

Paso 5

- Por prueba y error o mediante un programa de cómputo más sofisticado se trata de mejorar la distribución.

Paso 6

- Preparar un plan detallado arreglando los departamentos de manera que se ajusten a la forma del edificio y sus áreas no móviles.

Fuente: (Heyzer, J.; Render, B., 2009)

Para Gaither, para este tipo de disposiciones físicas, se utilizan la secuencia de operaciones, el análisis del diagrama de bloques y el análisis de carga distancia. Los cuáles veremos a continuación:

Gráfico N°12: Análisis de disposiciones físicas

Secuencia de operaciones	Diagrama de bloques	Carga-distancia
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollan un buen esquema para la disposición de los departamentos, al analizar de manera gráfica el problema de la disposición física 	<ul style="list-style-type: none"> • Establece la forma y dimensiones generales del edificio y la ubicación de los límites interiores departamentales 	<ul style="list-style-type: none"> • Los 2 análisis anteriores solo desarrollan disposiciones físicas buenas mas no óptimas. Este análisis es útil para identificar cuál es el mínimo recorrido del producto.

Fuente: (Gaither, X., 2007)

- **Distribución orientada al producto:**

Las distribuciones orientadas al producto se organizan alrededor de productos o familias de producto similares de alto volumen y baja variedad. Los dos tipos de distribución orientada al producto son las líneas de fabricación y de ensamble.

- **Línea de fabricación:** Instalación orientada al producto, al paso de las máquinas, para la construcción de componentes.
- **Línea de ensamble:** Enfoque donde se colocan las partes fabricadas juntas en una serie de estaciones de trabajo; se usa en los procesos repetitivos.

Las líneas de fabricación tienden a seguir el paso de las máquinas y requieren cambios mecánicos y de ingeniería para facilitar el balanceo. Por otro lado, las líneas de ensamble tienden a seguir el paso de las tareas asignadas a los individuos o a las estaciones de trabajo. Por lo tanto, las líneas de ensamble se pueden balancear cambiando tareas de un individuo a otro. Entonces, en la planeación de la distribución orientada

al producto, el problema central es balancear las tareas de cada estación de trabajo ubicada en la línea de producción para que sean casi las mismas a la vez que se obtiene la cantidad de producción deseada.

Principales ventajas de la distribución orientada al producto:

- El bajo costo variable por unidad usualmente asociado con los productos estandarizados de alto volumen
- Bajos costos por manejo de materiales
- La reducción de inventarios de trabajo en proceso
- Facilidad de capacitación y supervisión.
- Volumen de producción rápida a través de las instalaciones.

Desventajas de la distribución orientada al producto:

- Se requiere un alto volumen debido a la gran inversión necesaria para establecer el proceso.
- Cuando se detiene el proceso en cualquier parte se detiene toda la operación
- Falta de flexibilidad cuando se maneja una variedad de productos o tasas de producción.

b. Balance de Línea

Heizer y Render (2009) llaman al balance de línea con el nombre de equilibrado de una línea de montaje la cual se realiza normalmente para minimizar los desequilibrios entre máquinas o personal, al mismo tiempo que se obtiene la producción deseada de la línea.

Para producir a una tasa determinada de producción, los directivos deben conocer las herramientas, equipos y métodos de trabajo empleados. A continuación hay que determinar el tiempo necesario para cada tarea de montaje. La dirección también tiene que saber cuáles son las relaciones de precedencia entre las actividades; es decir, el orden en que deben realizarse las tareas.

Una vez elaborado un diagrama de precedencias que resuma las secuencias y tiempos de realización, pasamos a agrupar las tareas en las estaciones de trabajo de forma que podamos alcanzar la tasa de producción especificada. Este proceso supone tres pasos:

- Dividir el tiempo productivo disponible diario (en minutos o segundos) por las unidades de demanda diaria (o tasa de producción). Esta operación nos da lo que en equilibrado se denomina el tiempo ciclo; es decir, el

tiempo máximo que puede estar el producto en cada estación si se quiere alcanzar la tasa de producción:

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponibles por un día}}{\text{Demanda diaria de unidades}}$$

- Calcular el número mínimo teórico de estaciones de trabajo. Esto es igual a la duración total de las tareas dividida por el tiempo ciclo. Las fracciones se redondean al entero inmediatamente superior.

$$\text{Número mínimo de estaciones} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo para la tarea } i}{\text{Tiempo ciclo}}$$

Donde n es el número de tareas de montaje.

- Equilibrar la línea, asignando tareas de montaje específicas a cada estación de trabajo. Un equilibrado eficaz es el que completa el montaje requerido, siguiendo la secuencia especificada, y manteniendo al mínimo el tiempo de inactividad de cada estación. Un procedimiento formal para hacer esto es:

- Establecer una lista maestra de tareas.
- Eliminar aquellas tareas que ya han sido asignadas.
- Eliminar aquellas tareas cuya relación de precedencia no se haya satisfecho.
- Eliminar aquellas tareas cuyo tiempo de realización es superior al tiempo aún disponible en la estación de trabajo.
- Utilizar una de las “heurísticas” de equilibrado de líneas descritas en Anexo N° 02 Las cinco opciones son: (1) tiempo de tarea más largo, (2) más tareas siguientes, (3) pesos posicionales, (4) tiempo de tarea más corto, y (5) menor número de tareas siguientes. Se pueden probar varias de estas heurísticas para ver cuál genera la “mejor” solución (es decir, el menor número de estaciones de trabajo y la mayor eficiencia). Recuerde, sin embargo, que, aunque las heurísticas proporcionan soluciones, no garantizan una solución óptima.

Podemos calcular la eficiencia del equilibrado de la línea dividiendo el tiempo total de las tareas entre el producto del número de

estaciones de trabajo por el tiempo ciclo asignado (real) de la estación de trabajo que lo tenga más largo.

$$Eficacia = \frac{\sum \text{tiempos de tareas}}{(\text{Número de estaciones de trabajo}) \times (\text{tiempo ciclo asignado más largo})}$$

Los directores de operaciones comparan a menudo distintos niveles de eficiencia para diversos números de estaciones de trabajo. De este modo, la empresa puede determinar la sensibilidad de la línea a los cambios en la tasa de producción y en las asignaciones a las estaciones de trabajo.

H. No existe control de calidad

Control de la calidad

a. Calidad:

La calidad fue definida por Joseph M. Juran como “adecuación al uso”. La adecuación al uso (calidad) implica todas aquellas características de un producto que el usuario reconoce que le benefician.

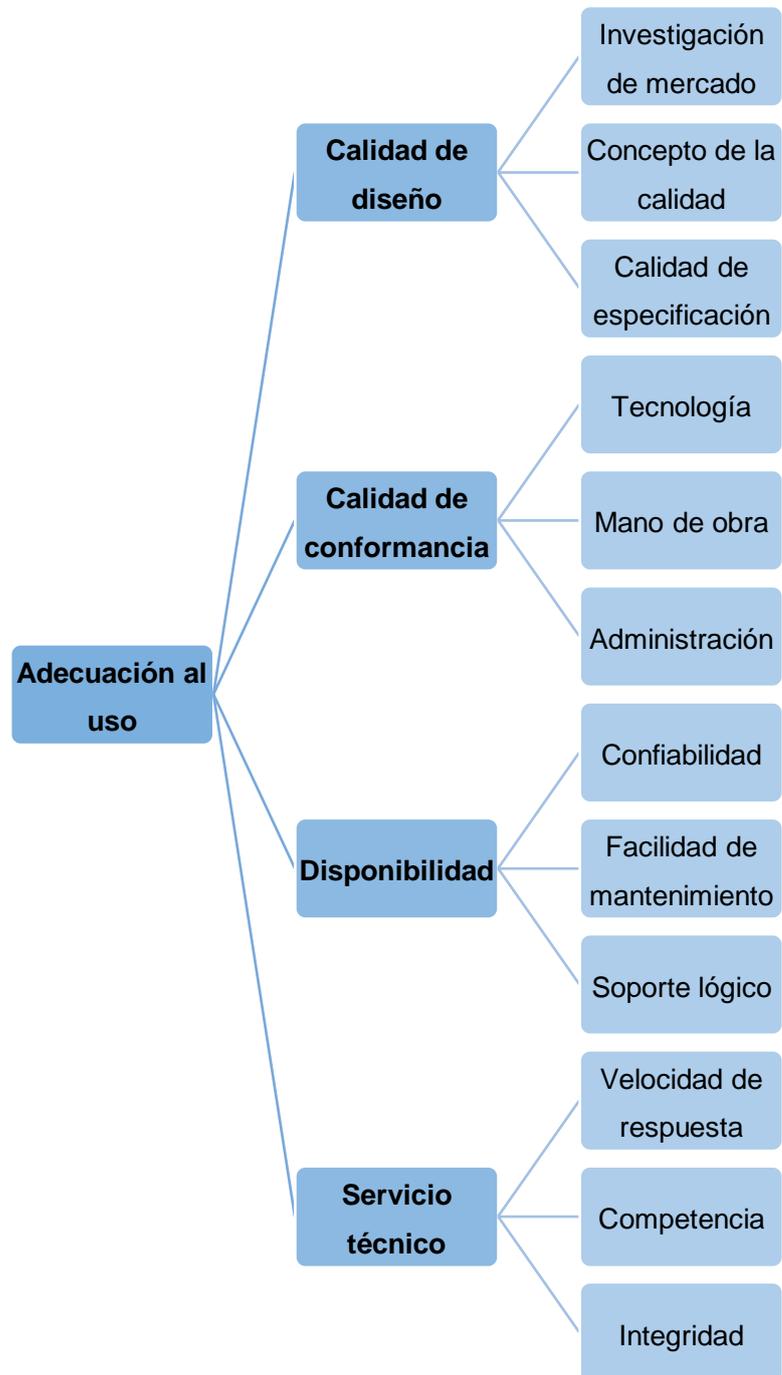
Guajardo Garza, Edmundo (2008), resume los parámetros que determinan la calidad en la siguiente figura. (Ver Gráfico N°13)

W. Edwards Deming definió la calidad como un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, adecuado a las necesidades del mercado. (Udaondo Durán, Miguel, 1992)

De acuerdo con Armand V. Feigenbaum calidad es: Un sistema eficaz para integrar los esfuerzos de mejora de la calidad de los distintos grupos de una organización, para proporcionar productos y servicios a niveles que permitan la satisfacción del cliente. (Guajardo, 2008)

Genichi Taguchi la define como el coste que un producto impone a la sociedad desde el momento de su concepción. (Guajardo, 2008)

Gráfico N° 13: Parámetros de la Calidad

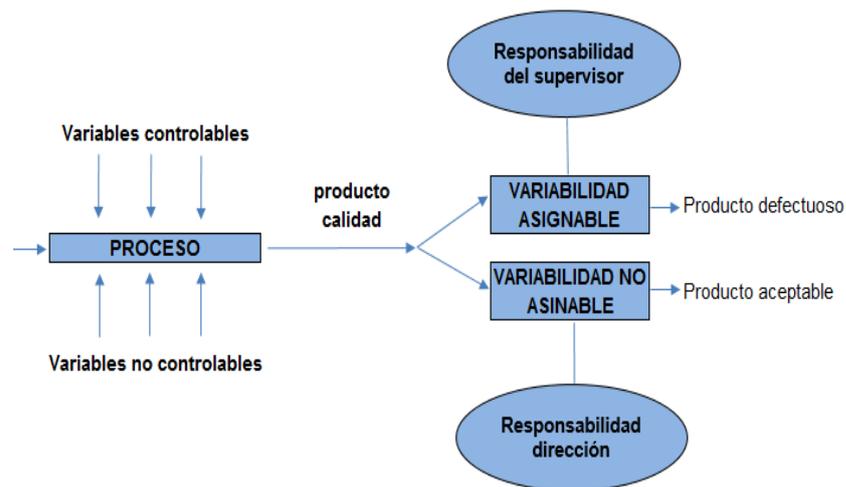


Fuente: (Guajardo, 2008)

b. Variabilidad:

Un proceso industrial está sometido a una serie de factores de carácter aleatorio que hacen imposible fabricar dos productos exactamente iguales. Dicho de otra manera, las características del producto fabricado no son uniformes y presentan una variabilidad. Esta variabilidad es claramente indeseable y el objetivo ha de ser reducirla lo más posible o al menos mantenerla dentro de unos límites. (USAL, 2016)

Gráfico N° 14: Tipo de Variables de Calidad



Fuente: (USAL, 2016)

Las fuentes que producen la variabilidad objeto de estudio en la Estadística, se clasifica en “variabilidad controlada” o “corregible” que no entra dentro de nuestro campo pero si es posible detectarla por causar una variabilidad muy grande (ajuste incorrecto de la máquina, errores humanos, siendo posible eliminar la causa o causas que la han producido, y la “variabilidad debida al azar”, también denominada “variabilidad no controlable que no puede ser asignada a una causa única sino al efecto combinado de otras muchas. (USAL, 2016)

c. Definición del Control Estadístico de la Calidad:

Según Mikell P. Groover (1997) un propósito fundamental del control de calidad es reducir las variaciones. Taguchi denomina a las variaciones factores de ruido. Un factor de ruido es una fuente de variaciones que es imposible o difícil de controlar y que afecta las características funcionales del producto. Se distingue tres tipos de factores de ruido: unidad a unidad, internos y externos.

Los factores de ruido de unidad a unidad consisten en variaciones aleatorias inherentes al proceso o al producto provocado por la variabilidad en materias primas, maquinaria y participación humana. Éstos son factores de ruido que ya hemos llamado antes variaciones aleatorias en el proceso. Se asocian con un proceso de producción que está dentro del control estadístico.

Los factores de ruido pueden ser internos o externos. A continuación los identificaremos.

Diagrama N°10: Factores de Ruido en la Calidad

Factores internos	Factor externos
<ul style="list-style-type: none"> • Fáctores dependientes del tiempo: el desgaste de los componentes mecánicos, el desperdicio de las materias primas y la fatiga de las partes mecánicas. • Errores operacionales: las especificaciones incorrectas del producto, las especificaciones incorrectas de la máquina herramienta. 	<ul style="list-style-type: none"> • La temperatura exterior. • La humedad • La provisión de materia prima • El voltaje de entrada.

Fuente: (Groover, 1997)

Los factores de ruido internos y externos constituyen las variaciones asignables.

d. Objetivo del Control Estadístico de la Calidad

Según O. Romero, D. Muñoz y S. Romero (2008) “el objetivo del control estadístico de procesos es identificar y eliminar las causas de la variabilidad.” Además, los autores intentan describir la existencia de variabilidad normal y anormal del desempeño de un proceso. Definiendo a la primera variabilidad como: “suele representarse conforme a alguna función de distribución con parámetros conocidos”; así mismo, la variabilidad anormal: “ocurre cuando los parámetros de la función de distribución cambian de manera incierta.”

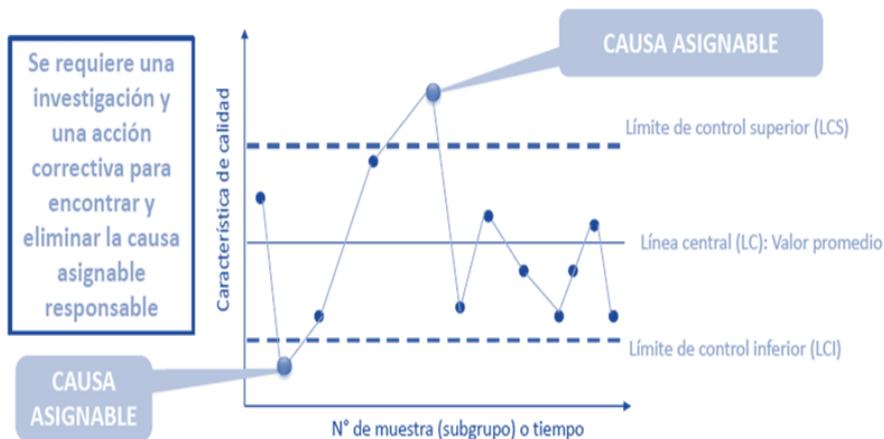
e. Causas comunes y causas asignables o especiales

Según Falcó (2006), los procesos están afectados por un gran número de factores sometidos a una variabilidad (por ejemplo variaciones de temperatura y humedad ambiental, variabilidad introducida por el operario, repetitividad propia de la maquinaria utilizada, etc.), que inciden en él y que inducen una variabilidad de las características del producto fabricado. Si el proceso está operando de manera que existen pequeñas oscilaciones de todos estos factores, pero de modo que ninguno de ellos tienen un efecto preponderante frente a los demás, entonces es esperable que la característica de calidad del producto fabricado se distribuya de acuerdo con una ley normal. Al conjunto de esta multitud de factores se denominan causas comunes. Por el contrario, si circunstancialmente incide un factor con un efecto preponderante, entonces la distribución de la característica de calidad no tiene por qué seguir una ley normal y se dice que está presente una causa especial o assignable.

Según Soles (2015), el Control Estadístico de Procesos se basa en analizar la información aportada por el proceso para detectar la presencia de causas asignables y habitualmente se realiza mediante una construcción gráfica denominada Gráfico de Control.

Si el proceso se encuentra bajo control estadístico es posible realizar una predicción del intervalo en el que se encontrarán las características de la pieza fabricada. Por definición, se dice que un proceso está bajo control estadístico cuando no hay causas asignables presentes.

Gráfico N° 15: Causas asignables dentro de un Gráfico de Control

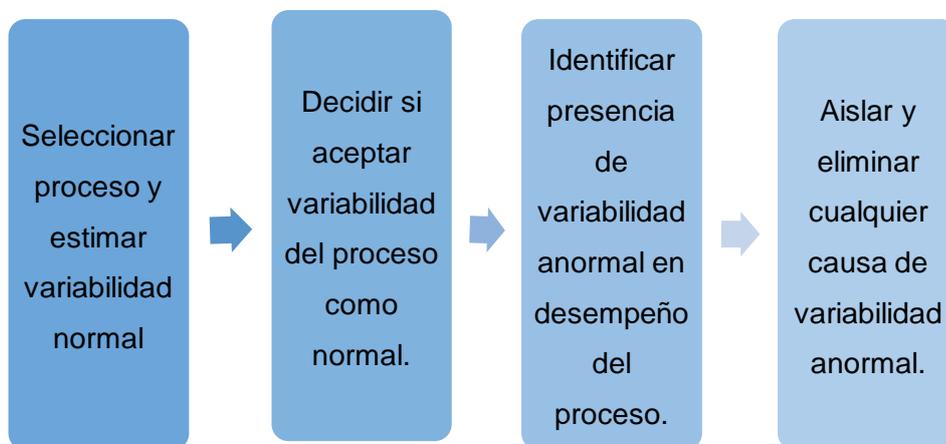


Fuente: (Soles, 2015)

f. Pasos para aplicar el Control Estadístico de la Calidad

O. Romero, D. Muñoz y S. Romero (2008) resumen 4 actividades que un ingeniero debe realizar junto con su equipo de trabajo los cuales son:

Diagrama N°11: Aplicación de Control Estadístico de la Calidad



Fuente: (O. Romero, Muñoz y S. Romero, 2008)

Para poder cumplir con las 4 actividades mencionadas anteriormente, es necesario definir dos conceptos claves:

- **Política de límite de control:** Según los autores ya antes mencionados en su libro: "Introducción a la ingeniería, un enfoque industrial", nos dice que "en medida en que se monitorea el desempeño de un proceso, es posible observar la variabilidad en su desempeño se debe a causas normales o anormales. En caso de que las variabilidades sean normales, se dice que el proceso está bajo control y que el ingeniero acepta las variabilidades como una consecuencia esperada del proceso. En contraste, si la variabilidad del proceso es anormal se dice que el proceso está fuera de control. En este caso, ser necesario detener el proceso, eliminar las causas anormales de variabilidad y reiniciar el proceso." Como bien conoce un ingeniero, para que las políticas antes mencionadas ocurran, se deben manejar rangos máximos y mínimos dentro de los cuales, debe aceptarse una probabilidad también una probabilidad o margen aceptable.
- **Gráficas de control:** O. Romero, D. Muñoz y S. Romero (2008) mencionan que los límites máximos y mínimos que limitan el rango se definen tomando en cuenta el grado de control deseado para el proceso, e

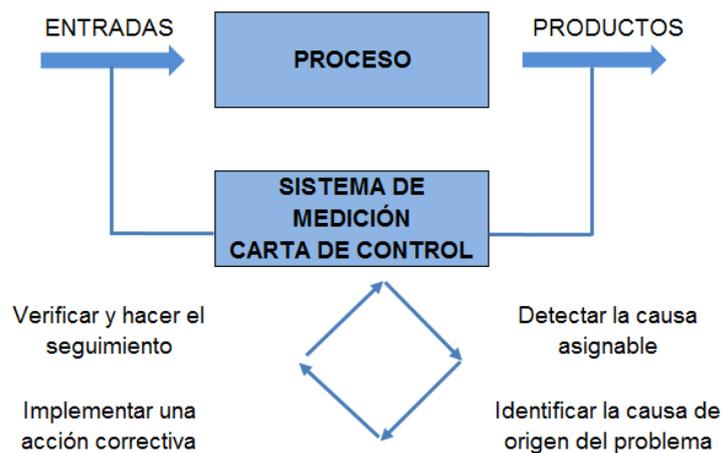
cuál es representado como z . Los límites máximos y mínimos se definen por las siguientes fórmulas:

$$UCL = \mu + z\sigma$$

$$LCL = \mu - z\sigma$$

El resultado de dichas fórmulas, es una gráfica de control en donde las medidas de desempeño que se encuentren fuera de los límites de control especificados, indicarán que el proceso se encuentra fuera de control y que es necesario identificar las causas anormales y corregirlas.

Diagrama N°12: Sistema de medición de Carta de Control



Fuente: (Soles, 2015)

- **Condiciones para que se pueda aplicar Gráficas de Control:** Para que tenga sentido la aplicación de los gráficos de control, el proceso ha de tener una estabilidad suficiente que, aun siendo aleatorio, permita un cierto grado de predicción. En general, un proceso caótico no es previsible y no puede ser controlado.

Puede ocurrir que las características propias del proceso hagan que alguno de los factores de variabilidad intrínsecos al mismo, tenga un efecto preponderante, de modo que en este caso la distribución no sea normal. Por lo tanto, se debe tratar de conocerse todo lo que sea posible del proceso, ya que puede dar pistas sobre el tipo de distribución que seguirán los datos. En ningún caso debe “darse la normalidad por supuesta”. Debe comprobarse y en caso de que los datos no sean normales, deben aplicarse métodos especiales. (Falcó, 2006)

- **Tipos de Gráficas de Control:**

Dependiendo del gráfico a realizar se deben hacer cálculos diferentes.

Tabla N°06: Construcción del Gráfico X –R

	Gráficos de Medias		
Datos Conocidos	LCS	LC	LCI
$\mu \text{ Y } \sigma$	$\mu + A\sigma$	μ	$\mu - A\sigma$
μ	$\bar{\bar{X}} + A\sigma$	μ	$\bar{\bar{X}} - A\sigma$
	$\mu + A_1\bar{S}$	μ	$\mu - A_1\bar{S}$
	$\mu + A_2\bar{R}$	μ	$\mu - A_2\bar{R}$
	$\mu + A_3\bar{S}$	μ	$\mu - A_3\bar{S}$
NINGUNO	$\bar{\bar{X}} + A_1\bar{S}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} - A_1\bar{S}$
	$\bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$
	$\bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$

Fuente: (Falcó, 2006)

\bar{R} = Media de los rangos de las muestras

A_2 = Valor de la tabla de factores

$\bar{\bar{x}}$ = Media de las medias muestrales

Una vez establecidos los límites de control provisionales para ambos gráficos, se comprobaría si alguna de las muestras está fuera de los límites. En caso afirmativo se procedería a buscar la causa asignable que pudiera explicar esa anomalía y se recalcularía los límites. (Falcó, 2006)

Tabla N°07: Construcción del Gráfico X -S

Gráficos de Dispersión				
Datos Conocidos		LCS	LC	LCI
σ	S	$B_2\sigma$	$c_2\sigma$	$B_1\sigma$
	R	$D_2\sigma$	$d_2\sigma$	$D_1\sigma$
	S*	$B_6\sigma$	$c_4\sigma$	$B_5\sigma$
NINGUNO	S	$B_4\bar{S}$	\bar{S}	$B_3\bar{S}$
	R	$D_4\bar{R}$	\bar{R}	$D_4\bar{R}$
	S*	$B_4\bar{S}^*$	\bar{S}^*	$B_3\bar{S}^*$

Fuente: (Falcó, 2006)

$$\text{Media de } S (\bar{S}) = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{m}$$

S_i = Desviación estándar de la muestra en el tiempo i

m = Número de muestras o de subgrupos

n = Tamaño de muestras o de subgrupos

\bar{X}_i = Media de la muestra en el tiempo i

Se comprobaría si alguna de las muestras está fuera de los límites. En caso afirmativo se procedería a buscar la causa asignable que pudiera explicar esa anomalía y se recalcularían los límites. (Falcó, 2006)

I. Exposición a la humedad

Humedad en la materia prima:

a. Materia prima:

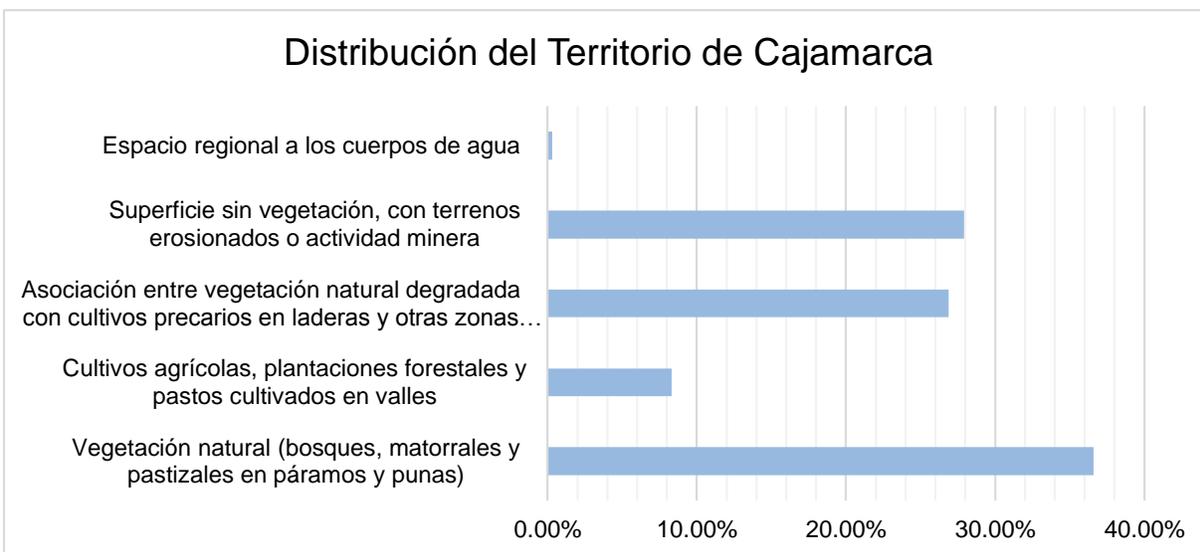
La madera es un material heterogéneo, anisotrópico, poroso y no saturado, sobre el cual pueden intervenir esfuerzos en diversas escalas, entre otros: Difusión a nivel molecular, efectos capilares al nivel de escalas intermedias o deformaciones macro escalas. (Turner y Mujumdar, 1997).

Desde el punto de vista del secado, la humedad es su parámetro característico encontrándose el agua que la define en estado líquida y/o gaseosa (Perré et al.1993), la cual puede estar libre en las cavidades celulares o ligada a las paredes celulares (Siau, 1995). Además, en el proceso de secado, se alteran las relaciones y/o equilibrios de esfuerzo mecánicos, lo cual propicia la deformación del material (Lewis et al., 1979, Morgan et al., 1982)

b. Procedencia de la materia prima:

Según Carlos A. Llenera Pinto, Sara R. Yalle Paredes y César Sabogal (2014), el territorio de Cajamarca se caracteriza por presentar bosques secos y cálidos en la vertiente occidental y jalcas o páramos en los valles interandinos, los bosques de neblina, matorrales, comunidades ribereñas, bosques húmedos y los especiales bosques secos del Marañón. Esta diversidad de ecosistemas hace de Cajamarca la segunda región en endemismos de flora del país, con 948 especies únicas de flora nativa (17%), siendo 296 de ellas exclusivas de Cajamarca. Actualmente cuenta con siete Áreas Naturales Protegidas, que representan el 4,08% de la superficie departamental, las cuales abarcan un bajo porcentaje del total de las áreas con alto valor ecológico y representatividad de los ecosistemas que alberga el departamento.

Gráfico N° 16: Distribución del Territorio de Cajamarca

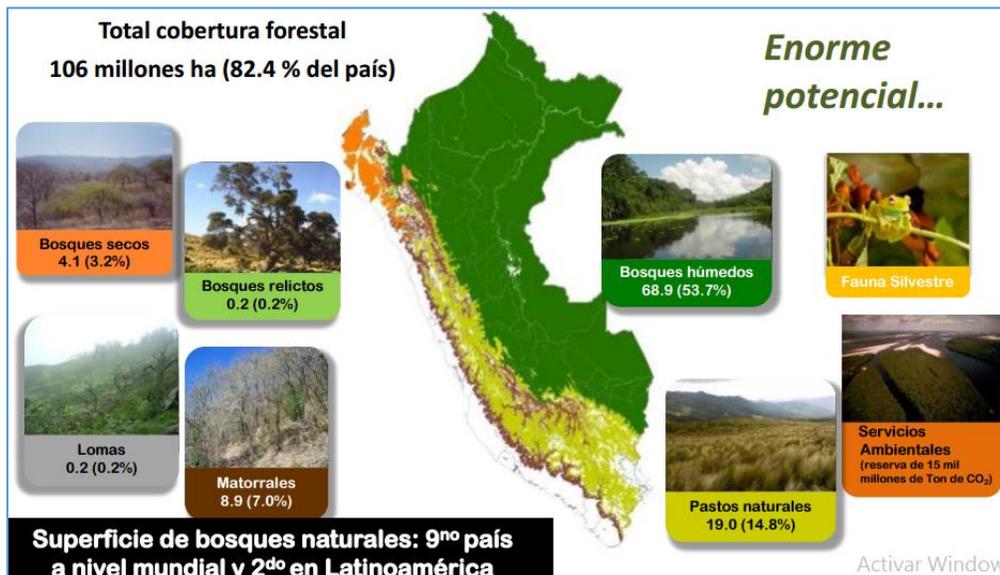


Fuente: (Fernández 2012)

Según MINAM (2012), los principales tipos de bosques y de cobertura vegetal de la Región Cajamarca son los siguientes:

- Bosque húmedo de montaña
- Bosque seco tipo sabana
- Bosque seco de valle interandino
- Bosque seco de montaña
- Matorral arbustivo de montaña
- Puna o pajonal altoandino
- Jalca o páramo
- Área deforestada en colina y montaña
- Zonas agropecuarias costeras y andinas
- Plantaciones forestal

Gráfico N° 17: Patrimonio Forestal en el Perú



Fuente: (Muñoz, 2014)

Las plantaciones forestales que actualmente existen en Cajamarca se proyectaron y se llevaron a cabo desde finales de la década de 1960 e inicios de la de 1970, con PRODESCA y el Proyecto “Aprovechamiento de Laderas de Valles Interandinos”, después llamado Servicio Silvo Agropecuario (Carton 1997), tanto como una forma de restauración ecológica de su medio rural ocupado mayormente por páramos degradados por la agricultura en laderas y el sobrepastoreo. Concluyeron un estudio que consideraba la forestación de 180,000 ha en un periodo de 18 años, con una rotación de ese mismo lapso de tiempo y una inversión total de más de US\$ 140 millones.

Aunque este proyecto nunca se concretó, despertó el interés local por la reforestación como alternativa de desarrollo y surgieron instituciones y personas cajamarquinas y de otras procedencias que se comprometieron con la idea, la promocionaron y llevaron adelante interesantes proyectos, tales como el conocido como el “Poncho Verde” para Cajamarca (Sánchez, 1998).

c. Proveedores de materia prima:

Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén Ltda., Granja Porcón:

Los bosques de la Granja Porcón (11,000 ha) se desarrollan a 3100 msnm. De acuerdo a los datos registrados en la estación meteorológica Porcón II, situada a 3 510 msnm, para un promedio de 11 años (1983-1993), la temperatura media anual es de 8,6 °C (máxima 13,0 °C, mínima 4,3 °C), la humedad relativa de 66% y la precipitación medio anual 1077 mm.

Los pinos con los que cuenta esta granja son: *Pinus patula* y *Pinus radiata*. Las lluvias se producen con mayor frecuencia e intensidad entre enero y abril. El período de estiaje sucede entre junio y agosto, con presencia de lluvias esporádicas (Roncal 2007).

La formación vegetal original y aún dominante en los terrenos de la Cooperativa Agraria Atahualpa Jerusalén, Granja Porcón, además de las conspicuas plantaciones forestales, es el pajonal altoandino conformado por herbazales ubicados en la porción superior de los Andes, aproximadamente entre 3,800 y 4,800 msnm en la zona sur y central, y arriba de los 3,000 msnm en la zona norte del país. Presenta asociaciones de hierbas con dos estratos bien definidos en su perfil vertical: el estrato dominante es conformado por matas de gramíneas de hasta 1 m de alto, y el estrato inferior, conocido como “vegetación de piso”, está conformado por hierbas que crecen pegadas al suelo, con alturas hasta de 10 cm de altura y que constituye la verdadera fuente forrajera (MINAM 2012).

TRANDIAZ - DIAZ RODRIGUEZ, SEGUNDO DEMETRIO:

Persona natural con negocio que transporta y comercializa madera proveniente de los diferentes distritos de la ciudad de Cajamarca. Al ser del mismo departamento, la calidad de la madera es muy similar a las especificadas en Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén Ltda., Granja Porcón. Desde hace aproximadamente 3 años, Diaz Rodriguez es el único proveedor de madera de la empresa North Pallet S.A.C.

d. Efectos de la humedad en la madera:

Según David Fernández Fuentes (2016), la madera se compone básicamente de celulosa, hemicelulosa y lignina. Las celulosas pueden absorber grandes cantidades de agua, mientras que la lignina es hidrófuga, repele el agua. (Hemicelulosa: elemento que forma parte de la pared celular de la celulosa. Es una cadena de glucosa más corta que la celulosa)

La madera barnizada puede absorber incluso del aire seco del desierto suficiente cantidad de agua para que haya una humedad relativa del 5%, aunque la pieza de madera esté envuelta por una película de barniz.

Tabla N° 08: Relación entre humedad de madera y humedad ambiental

Humedad relativa en % a 20°C	Humedad de la madera en %
20	4.50
30	6.50
40	8.00
50	10.00
60	11.50
70	13.50
80	17.00
90	22.00
100	aprox 30

Fuente: (Fernández, 2016)

Con un 30%, la madera está saturada de humedad. Aunque se le aporte más agua, ya no se hincha más, ya que las paredes de las células ya no pueden incorporar más moléculas de agua y no se siguen hinchando. La demás agua se aloja en las cavidades de las células, que no se expanden en este proceso.

- **Verano:** En verano el aire fluye del exterior al interior. Supongamos que la temperatura es de 25°C y la humedad relativa del 75% al exterior. En estas condiciones un aire a temperatura de 25 °C puede absorber un máximo de 23

gr. de agua/m³, lo que corresponde con 75 % de humedad relativa del aire, a 17,25 g de agua/m³ de aire.

Esta cantidad equivale al grado de saturación con vapor de agua a temperatura de 20 °C. Suponiendo que el aire de las características descritas atraviesa un marco de madera con una habitación aclimatada al otro lado, el flujo de aire irá enfriándose poco a poco en el interior de la madera, y en el punto en el que se produzca una humedad relativa del 100%, a 20°C, se formarán condensaciones («punto de rocío»). También en este caso, la madera puede secar el flujo de aire, con lo que en la cara interior del marco de ventana no se producen daños por condensación si la pintura interior es suficientemente permeable al vapor de agua.

- **Invierno:** Las condiciones en invierno las mostramos en un ejemplo con temperatura interior de + 20 °C y 40% de humedad relativa. En este caso, el aire del interior contiene 6,9 g de agua por m³, siempre y cuando se trata con interiores con calefacción central.

Cuando este aire atraviesa el marco de madera, se va enfriando lentamente en el camino hacia fuera. En un determinado punto dentro del marco se formarán condensaciones de agua (= 100% de humedad relativa), cuando el aire llega a una temperatura de exactamente + 5 °C. Porque un aire con temperatura de + 5 °C, sólo puede absorber 8 g de vapor de agua, el exceso de agua condensa. Se forma una gran cantidad de agua de condensación.

e. Niveles importantes de humedad:

Tabla N° 09: Niveles de humedad

0%	Este valor sólo se consigue artificialmente mediante secado a 100 °C
> 7%	La madera puede ser afectada por insectos
6-8%	Muebles en interiores con calefacción
> 10%	Los insectos de madera seca atacan y se multiplican en la madera
15%	Humedad máxima para la aplicación de barnices y esmaltes. Los insectos pueden sobrevivir y multiplicarse en la madera.
> 17%	Las pinturas no se adhieren, los pigmentos son eliminados posteriormente por efecto de lluvia y rocío. Pueden formarse burbujas en la película de pintura.
> 20%	El hongo azul puede desarrollarse.
> 20%	Se desarrollan hongos destructores de la madera.
30%	Humedad de saturación.
> 30%	La madera no puede seguir dilatando, se forman hongos de putrefacción. La madera es atacada por insectos de madera húmeda.

Fuente: (Fernández, 2016)

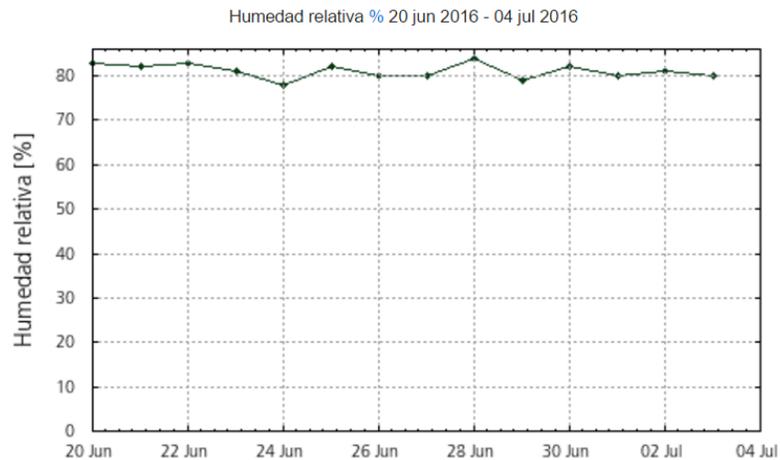
f. Niveles de humedad en La Libertad

Según Mauricio Rojas (2010), en la Libertad, el verano muestra poca presencia de lluvias, donde la temperatura se eleva hasta alcanzar los 34° C. el resto el año presenta un clima otoñal, con permanente viento y temperaturas que oscilan entre los 17° y 25° C. En general el Departamento presenta un clima templado, con bajo porcentaje de humedad y con una media anual de 23° C.

Las temperaturas varían entre los 15 y 28 C, la humedad relativa es de 82% y las precipitaciones son menores a 150 mm. Los suelos superficiales son arenosos con limitado potencial para el uso agrícola y pecuario.

La costa central y sur del Perú tiene como característica fundamental la ausencia de precipitaciones así como altos niveles de humedad y nubosidad

Gráfico N° 18: Porcentaje de humedad en Trujillo



Fuente: (WeatherOnline, 2016)

2.3. Definición de términos:

Beneficio: Provecho, compensación moral o material por algo realizado.

Bienes: En términos generales, son objetos útiles, provechosos o agradables que proporcionan a quienes los consumen un cierto valor de uso o utilidad.

Calidad: Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.

Coeficiente: Un número usado para multiplicar una variables.

Demanda: La cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos por un consumidor o conjunto de consumidores

Despuntadora: Mesa motorizada para cortar las puntas de la madera dejándola toda a una medida exacta; provista de dos discos y tope centrales para recuperar las tablas con puntas malas.

Diagnóstico: Que sirve para reconocer.

Estandarizado: Que se adecua a un formato, modelo o tipo.

Industria: Es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados o semielaborados.

Materia Prima: Materia extraída de la naturaleza (o ya procesada) que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

Máquina: La que por procedimientos mecánicos hace funcionar una herramienta, sustituyendo el trabajo del operario.

Optimizar: Buscar la mejor manera de realizar una actividad.

Parihuelas: Armazón que sirve para transportar cosas entre dos o más personas, formado por dos barras horizontales entre las que está fijada una plataforma o cajón.

Producción: Fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo.

Proveedor: Persona o empresa que provee o abastece de todo lo necesario para un fin a grandes grupos, asociaciones, comunidades, etc.

Rentabilidad: Beneficio comparado con el total de recursos empleados para obtener esos beneficios.

Servicios: conjunto de actividades que buscan responder a las necesidades de la gente.

Tronquera: máquina que sirve para cortar corteza de los troncos

Utilidad: Criterio básico de elección. La satisfacción o recompensa que proporciona un producto con relación a las otras opciones disponibles.

Utilidad bruta: Es la utilidad antes de restar la depreciación.

Utilidad marginal: Satisfacción adicional que se obtiene por el consumo de una unidad más de algo.

Utilidad total: Suma total de la satisfacción obtenida por el consumo de un bien o servicio

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO DE LA

REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa

A. Descripción de la empresa

La empresa NORTH PALLET S.A.C. dedicada a la fabricación de parihuelas de madera de aproximadamente 18 tipos diferentes las cuales son distribuidas a los clientes de la ciudad de Trujillo con los que la empresa tiene un convenio

Cuenta con una cantidad de 04 máquinas que están distribuidas en las diferentes áreas de la empresa. Además de 09 operarios cuyas funciones radican en realizar las distintas operaciones con el fin de transformar la materia prima, que en este caso viene a ser un tronco de madera, hasta obtener el producto final que son las parihuelas.

Misión:

La misión de la empresa es satisfacer de manera confiable las necesidades de sus clientes alrededor del país con eficiencia, calidad y responsabilidad.

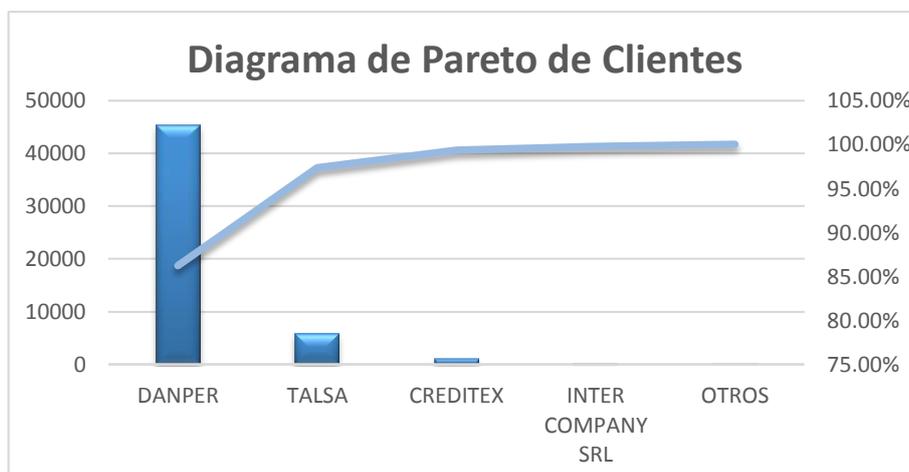
Visión:

Ser líder nacional en la producción de pallets de madera, fabricados con la maquinaria adecuada y con mano de obra eficiente lo cual asegure la sostenibilidad de nuestro negocio en el largo plazo.

La empresa amablemente nos brindó el volumen de ventas del año anterior con lo cual pudimos conocer a su cliente potencial. Para identificarlo hicimos uso de la técnica de Pareto la cual nos arrojó los resultados mostrados en el Diagrama N°13.

Como se puede observar, en el diagrama de Pareto, DanPer es el cliente potencial por muchas unidades de diferencia por lo que en la investigación centraremos nuestros datos en pedidos de la misma empresa.

Diagrama N° 13: Diagrama Pareto de clientes potenciales

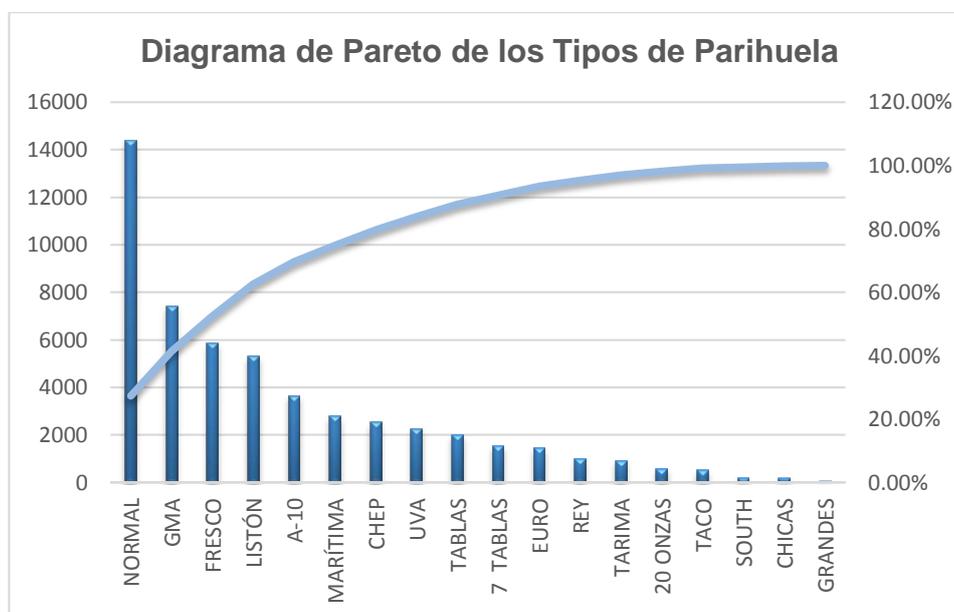


Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado el cliente potencial es necesario conocer cuál es el tipo de parihuela que se va a trabajar y para ello hemos considerado realizar un diagrama Pareto basado también en las ventas del último año. Lo cual arrojó los resultados que podemos visualizar en el diagrama de Pareto mostrado a continuación en el Diagrama N°14.

Analizando el Diagrama de Pareto nos podemos dar cuenta que el tipo de parihuela con mayor rotación es del tipo Normal, al cual le separa una gran diferencia con respecto al segundo tipo de parihuela más vendido que él es GMA. Por lo tanto, enfocaremos nuestra investigación en el tipo de parihuela Normal que son pedidos del principal cliente de la empresa ya antes identificado que es la agroindustria DanPer.

Diagrama N° 14: Diagrama Pareto de los tipos de parihuelas



Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado el tipo de parihuela que vamos a trabajar, se va a proceder a describir cada proceso necesario para obtener el producto final.

- **Recepción de materia prima:** la materia prima que la empresa recibe son troncos de madera. Estos troncos de pino son abastecidos desde el departamento de Cajamarca. La empresa proveedora de la materia prima es Transportes Segundo Díaz. Estos, llegan por aproximadamente 3 a 4 camionadas de 30 toneladas de madera al mes. La empresa proveedora tiene un contrato con North Pallet S.A.C. sobre los parámetros que deben cumplir

con respecto al diámetro de los troncos los cuales no deben ser menores a las 7 pulgadas. Además, si los troncos llegan mojados, que suele pasar en épocas de lluvia en Cajamarca, no se aceptan. Por otro lado, North Pallet S.A.C cuenta con la empresa Lenmex, la cual se va a encargar de proveer los clavos para las pistolas neumáticas que se utilizan al momento de armar la parihuela y unir los tacos y listones de madera.

- Almacenamiento de materia prima: Los troncos de pino son descargados y posteriormente apilados en una zona específica de la empresa la cual se puede visualizar en el Layout de la empresa y está descrita como AMP para luego ser llevados al área donde se les va a retirar la corteza.
- Retirado de corteza: En este proceso se retira la corteza rugosa y áspera del tronco en la tronquera, máquina que mediante la acción de dos operarios se encargará de cortar el tronco formando un ángulo de 90° o lo que se conoce como un prisma cuadrangular tratando de aprovechar al máximo la materia prima.
- Cortado de madera: Una vez que se tiene la madera sin la corteza, el producto que sale son llamados tablones que son llevados a la tableadora, máquina que mediante un proceso mecánico se encargará de cortar la madera en listones que serán pedazos de madera de forma cuadrangular los cuáles tienen dos destinos, uno de ellos es que sean cortados en tablas con las dimensiones que se necesitan dependiendo del tipo de parihuela que se esté produciendo. Y el otro destino es llevarlos a la máquina corta tacos que veremos más adelante
- Despuntadora: una vez que se tienen las tablas de 1.5 cm de espesor, la despuntadora se encargará de cortar las medidas requeridas por el tipo de parihuela que como habíamos mencionado antes, nosotros vamos a trabajar con la parihuela de tipo Normal y las dimensiones necesarias para ese tipo son: 120cm de largo divididas por 100 cm de ancho
- Corta tacos: Para la formación de una parihuela es necesario 9 tacos de las medidas: 10cm. x 10 cm. x 8 cm. para obtener dichos tacos vamos a necesitar de los listones obtenidos en la tableadora. Como se había mencionado, el segundo destino de los listones era este por lo que en esta operación se obtienen los tacos que serán necesarios para la construcción del producto.
- Armado: Para el armado es necesario contar con lo que ellos conocen como kits. Un kit consiste en el grupo de tablas y tacos que sean necesarios para

armar una parihuela. Para las parihuelas de tipo normal se requieren de 9 tacos y 14 tablas de las medidas anteriormente señaladas.

- Secado: Una vez que la parihuela se encuentra lista, es necesario esperar a que la madera termine de secar. En muchos casos la madera tiene un 90% de humedad sin embargo para que apruebe un control de calidad por parte del cliente que la mayoría de casos es Danper, es necesario que tenga un nivel óptimo 20% de humedad. Para que esto se cumpla, las parihuelas deben reposar al aire libre por lo menos dos días.
- Tratamiento térmico: Danper tiene un contrato con la empresa NORTH PALLET S.A.C. que incluye parihuelas que serán destinadas a la exportación de sus productos. Para que esto se de en las condiciones óptimas se requiere de un tratamiento térmico que se dará a una temperatura basada en el reglamento de SENASA Perú de 54° centígrados. Para que el horno donde se lleva a cabo el tratamiento funcione, la empresa hace uso de las cortezas de los árboles retiradas en la tronquera. De esta manera la empresa reutiliza sus descartes del tronco inicialmente trabajado.

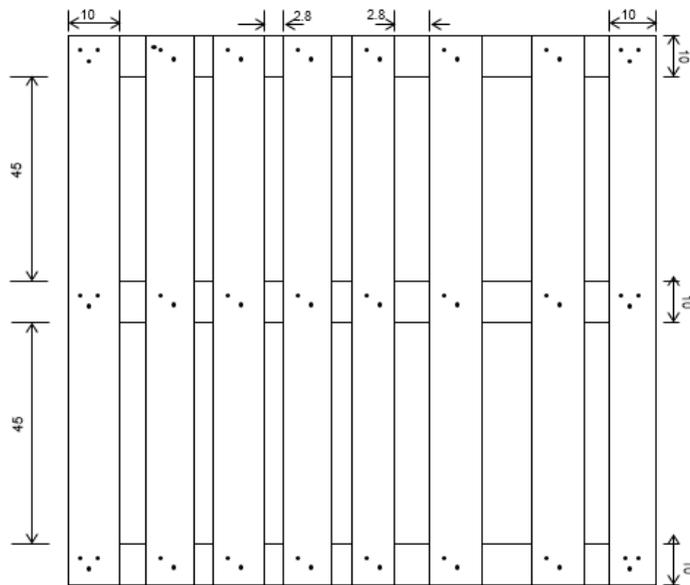
Y es así como de esta forma se desarrolla el proceso productivo de las parihuelas de tipo Normal dentro de la empresa North Pallet S.A.C.

B. Especificaciones de parihuela tipo Normal:

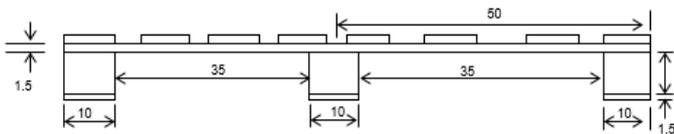
Imagen N° 01: Especificaciones de la materia prima

DIMENSIONES DE EMBALAJES DE MADERA SEGÚN MODELO: NORMAL 120.0 X 100.0 CM

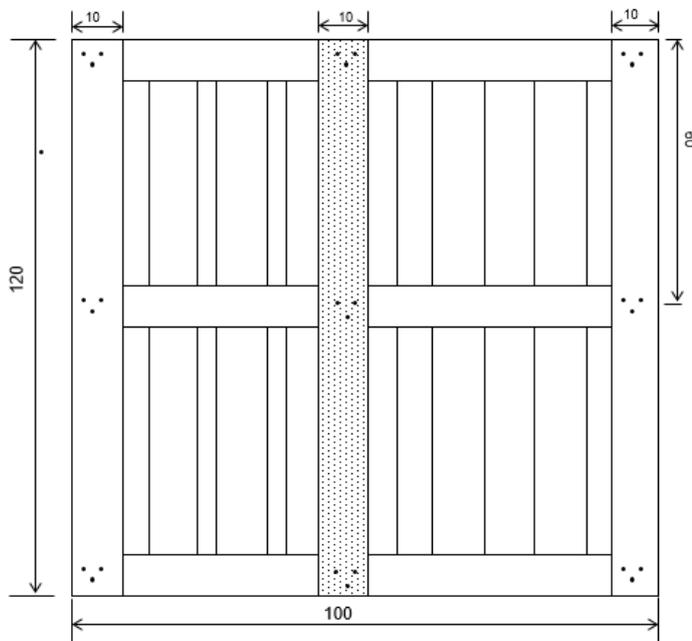
EMBALAJE: Parihuela	CLAVOS : 2" Espiralados
MADERA : Pino / Catahua / Otras	TOLERANCIAS :
UM : CM	Largo y ancho: +/-5mm ; Espesor: +/-1mm



VISTA HORIZONTAL SUPERIOR (VHS)



VISTA FRONTAL (VF)



VISTA HORIZONTAL INFERIOR (VHI)

Fuente: Elaboración propia

C. Diagrama pictórico del proceso productivo

Diagrama N° 15: Diagrama Pictórico del proceso



Recepción de materia prima



Almacén de la materia prima



Retirado de corteza



Cortado de Madera



Tratamiento térmico



Secado al aire libre



Armado

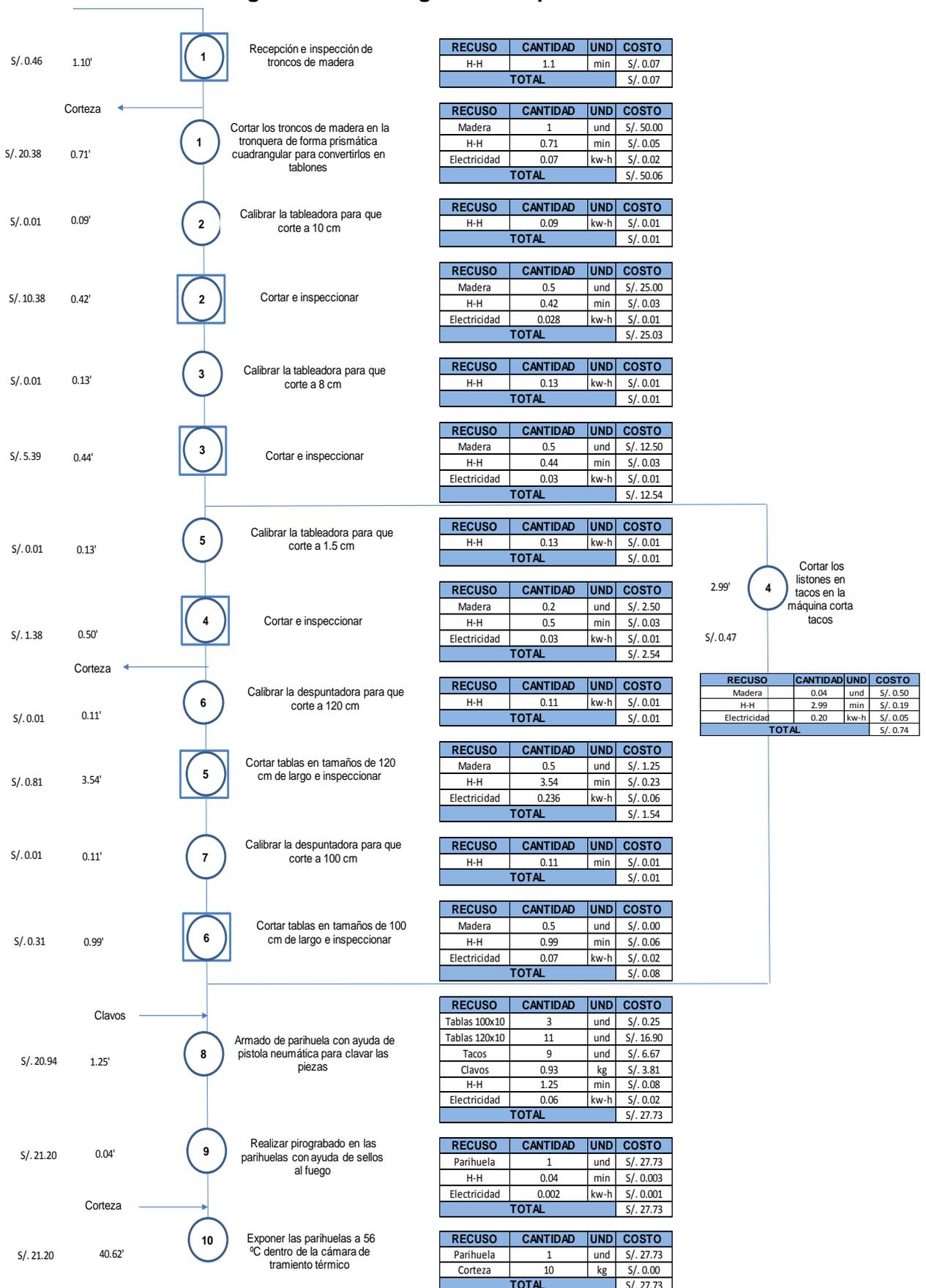


Despuntadora

Fuente: Elaboración propia

D. Diagrama de Operación de Procesos (DOP)

Diagrama N° 16: Diagrama de Operaciones



Fuente: Elaboración propia

3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

A. Producción

Criterio N° 1: Mano de Obra

- **Problema: Falta capacitación en el uso de la tronquera**

La empresa North Pallet S.A.C. es una empresa cuyo dueño, Frank Su, labora ya hace 12 años. En todo este tiempo el señor se ha ocupado de casi todas las actividades administrativas de su empresa pero manejándolas de una manera empírica. Cuenta con 9 trabajadores que han sido contratados, muchos de ellos sin experiencia alguna y han aprendido a hacer sus funciones dentro de la empresa mediante la observación. En la empresa, todos los operarios pueden realizar cualquiera de las operaciones, es decir no están capacitados ni especializados en alguna actividad específica. Nunca, en sus años trabajando para North Pallet, recibieron algún tipo de capacitación como se puede evidenciar en las encuestas que se las realizamos a nuestros trabajadores.

La primera pregunta que se les realizó fue que tiempo llevaban trabajando en la empresa puesto que por conocimiento oral del señor Frank Su, sabíamos que habían operarios que trabajan con él desde el inicio de labores de la empresa. La encuesta nos arrojó que 2 llevan trabajando en la empresa 12 años y otros 2 unos 10 años.

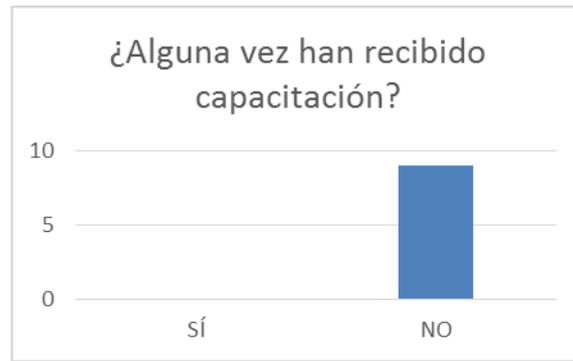
Diagrama N°18: Años laborales de los operarios



Fuente: Elaboración propia

Además se les preguntó si alguna vez a lo largo de su estadía en la empresa habían recibido capacitación a lo que describimos como que el 100% de los trabajadores nunca recibieron capacitación en lo que su trabajo corresponde.

Diagrama N°19: Frecuencia de capacitación



Fuente: Elaboración propia

- **Costos del problema:**

El principal problema identificado sobre la falta de capacitación es en la máquina tronquera. Es aquí donde un uso NO óptimo del recurso puede ocasionar grandes pérdidas puesto que al cortar la corteza puede incluso cortarse material que puede ser útil para la fabricación de parihuelas.

Para ello hemos recurrido a la comparación entre personal hipotéticamente capacitado, que en este caso viene a ser formado por las personas que tienen la mayor cantidad de años laborando para la empresa, contra personal trabajando con ningún tipo de capacitación.

Se ha trabajado con el volumen de madera requerido para realizar una parihuela por lo que primero se determinó el número de muestra para las mediciones de diferentes troncos que se encontraban a punto de ser trabajados.

Tabla N° 10: Número de muestra

p	90%
q	10%
e	5%
Z (90%)	1,645
N	450
n	80,23

Fuente: Elaboración propia

A partir del número de muestra fue posible determinar tanto un diámetro promedio como un largo promedio para así poder calcular un volumen promedio de los troncos de madera.

Tabla N°11: Medidas promedio

N°	Medida (cm)		N°	Medida (cm)	
	DIÁMETRO	LARGO		DIÁMETRO	LARGO
1	18.50	253.00	42	14.00	253.70
2	28.60	252.00	43	19.20	253.50
3	25.50	250.50	44	24.00	253.70
4	26.40	254.00	45	19.40	253.50
5	14.60	252.00	46	27.70	256.50
6	16.40	252.50	47	21.50	247.50
7	16.50	251.00	48	26.50	253.00
8	23.60	251.00	49	21.20	252.00
9	30.00	253.00	50	22.10	250.00
10	23.20	252.00	51	17.90	253.30
11	28.40	250.50	52	23.80	253.00
12	19.30	250.00	53	27.50	254.40
13	18.60	252.00	54	25.40	257.00
14	16.70	251.00	55	19.30	234.00
15	20.00	252.00	56	26.90	253.40
16	27.00	255.20	57	21.00	253.70
17	24.10	253.40	58	30.00	252.00
18	20.90	251.70	59	33.00	253.50
19	31.40	248.50	60	28.00	251.00
20	29.00	250.20	61	26.40	251.80
21	29.50	253.40	62	54.70	251.00
22	20.60	252.00	63	43.50	253.00
23	27.80	253.00	64	31.20	250.40
24	26.90	248.00	65	26.60	253.00
25	19.60	251.80	66	53.00	251.80
26	22.80	250.40	67	30.00	249.00
27	20.50	251.50	68	28.00	254.00
28	26.30	253.00	69	31.00	252.60
29	23.00	255.00	70	22.10	256.00
30	17.60	255.20	71	25.50	253.20
31	20.80	252.00	72	32.50	250.00
32	23.00	250.50	73	32.70	251.00
33	35.00	253.00	74	29.40	252.00
34	23.00	245.90	75	31.50	250.50
35	21.00	253.70	76	34.80	252.20
36	15.20	251.10	77	35.20	253.00
37	17.60	252.30	78	23.20	252.00
38	17.00	253.50	79	16.90	250.00
39	37.50	250.80	80	15.00	251.00
40	25.00	251.10	81	20.60	250.00
41	26.70	255.50	Promedio	25.28	251.91

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12: Mediciones personal no capacitado

TRONCOS CORTADOS CON PERSONAL NO CAPACITADO											
N°	Antes del corte			Después del corte							Aprovechamiento
	Área de la base	Largo	Volumen	Área de la base				Largo	Volumen	Volumen	
				Largo	Ancho	Diagonal	Área				
1	268.80	250.50	67,335.19	10.90	10.00	18.50	188.90	247.50	46,753.14	69%	
2	243.29	254.00	61,794.52	10.00	10.00	17.60	171.64	250.00	42,910.69	69%	
3	201.06	252.00	50,667.72	12.20	9.50	16.00	158.48	253.90	40,238.38	79%	
4	352.99	252.50	89,130.02	17.30	10.10	21.20	263.86	249.80	65,912.25	74%	
5	232.35	252.00	58,552.89	11.80	10.40	17.20	177.54	251.10	44,579.38	76%	
6	452.39	250.20	113,188.08	18.20	11.80	24.00	333.58	249.00	83,060.22	73%	
7	260.16	253.40	65,923.50	12.70	10.30	18.20	195.48	251.10	49,085.77	74%	
8	430.05	252.00	108,373.51	18.10	10.40	23.40	309.15	255.50	78,987.01	73%	
9	317.31	251.70	79,866.79	15.40	9.90	20.10	234.88	253.70	59,590.26	75%	
10	366.44	248.50	91,059.40	16.60	10.10	21.60	267.05	253.50	67,696.70	74%	
11	394.08	250.20	98,599.39	17.20	10.30	22.40	285.62	253.70	72,462.09	73%	
12	411.87	255.00	105,027.26	18.10	10.00	22.90	296.44	250.40	74,227.53	71%	
13	356.33	255.20	90,934.94	12.70	11.90	21.30	253.73	255.50	64,827.78	71%	
14	235.06	250.50	58,883.12	11.80	10.20	17.30	177.71	253.70	45,085.33	77%	
15	380.13	253.00	96,173.80	13.60	11.00	22.00	264.87	253.50	67,143.73	70%	
16	206.12	253.00	52,148.46	10.00	10.00	16.20	153.06	253.70	38,831.37	74%	
17	237.79	245.90	58,472.00	10.20	13.60	17.40	188.25	253.50	47,722.35	82%	
18	248.85	253.70	63,132.26	11.00	10.90	17.80	184.37	256.50	47,291.69	75%	
19	251.65	251.10	63,189.32	11.80	9.00	17.90	178.93	247.50	44,283.94	70%	
20	235.06	252.30	59,306.23	10.20	10.70	17.30	172.10	250.00	43,025.30	73%	
21	366.44	253.50	92,891.58	14.50	11.20	21.60	264.42	251.70	66,554.04	72%	
22	471.44	252.00	118,801.96	18.20	10.90	24.50	334.91	248.50	83,224.68	70%	
23	232.35	251.00	58,320.54	11.70	9.60	17.20	172.34	250.20	43,118.56	74%	
24	430.05	252.00	108,373.51	16.30	11.80	23.40	311.20	255.00	79,355.19	73%	
25	346.36	255.20	88,391.43	17.30	12.70	21.00	283.04	250.20	70,815.53	80%	
26	383.60	253.40	97,203.53	17.20	11.80	22.10	293.28	255.00	74,786.04	77%	
27	292.55	251.70	73,635.75	13.60	10.90	19.30	220.40	255.20	56,245.27	76%	
28	153.94	248.50	38,253.69	10.20	10.90	14.00	132.56	250.50	33,206.08	87%	
29	206.12	250.20	51,571.32	10.10	11.80	16.20	162.65	253.00	41,150.50	80%	
30	274.65	253.40	69,595.43	10.40	10.80	18.70	193.48	253.00	48,951.27	70%	
31	208.67	252.00	52,585.58	11.00	9.80	16.30	158.24	245.90	38,910.35	74%	
32	289.53	253.00	73,251.05	11.30	13.20	19.20	219.34	245.90	53,936.92	74%	
33	219.04	253.00	55,417.17	10.80	10.80	16.70	167.84	253.70	42,581.03	77%	
34	415.48	245.90	102,165.70	14.00	11.80	23.00	290.34	251.10	72,903.95	71%	
35	314.16	253.70	79,702.39	15.40	10.80	20.00	240.24	252.30	60,612.55	76%	
36	289.53	251.10	72,700.95	10.90	13.70	19.20	219.43	253.70	55,669.37	77%	
37	366.44	252.30	92,451.86	14.50	11.60	21.60	267.32	253.50	67,765.14	73%	
38	292.55	253.70	74,220.86	14.40	10.40	19.30	221.16	256.50	56,726.73	76%	
39	383.60	253.50	97,241.89	16.30	10.80	22.10	279.82	247.50	69,255.11	71%	
40	295.59	256.50	75,819.64	12.70	12.50	19.40	227.17	253.00	57,474.41	76%	
41	240.53	247.50	59,530.87	10.10	13.60	17.50	188.94	252.50	47,708.45	80%	
42	271.72	253.00	68,744.40	12.70	10.10	18.60	199.99	252.00	50,398.36	73%	
43	286.52	256.50	73,492.84	10.30	11.90	19.10	204.55	250.20	51,177.38	70%	
44	419.10	247.50	103,726.58	16.30	11.80	23.10	305.72	253.40	77,469.11	75%	
45	289.53	250.00	72,382.46	12.40	10.90	19.20	212.34	252.00	53,510.92	74%	
46	271.72	253.90	68,988.94	11.90	11.80	18.60	206.07	252.00	51,929.26	75%	
47	232.35	249.80	58,041.71	10.40	10.90	17.20	172.86	255.20	44,112.95	76%	
48	183.85	251.10	46,165.81	9.80	10.70	15.30	144.36	253.40	36,580.10	79%	
49	237.79	249.00	59,209.14	10.00	11.00	17.40	173.89	251.70	43,769.08	74%	
50	415.48	251.10	104,326.17	15.40	11.70	23.00	297.83	248.50	74,010.33	71%	
51	363.05	255.50	92,759.57	14.60	11.40	21.50	264.75	250.20	66,239.34	71%	
52	232.35	253.70	58,947.89	10.20	12.80	17.20	181.46	253.40	45,981.04	78%	
53	456.17	253.50	115,638.63	18.20	11.40	24.10	331.82	252.00	83,619.67	72%	
54	444.88	253.70	112,866.56	18.60	11.60	23.80	330.32	253.00	83,571.21	74%	
55	206.12	253.50	52,251.52	10.30	10.70	16.20	158.17	253.00	40,015.79	77%	
56	326.85	256.50	83,837.55	12.90	11.40	20.40	236.96	245.90	58,267.49	70%	
57	456.17	234.00	106,743.35	18.70	11.40	24.10	334.67	253.70	84,906.82	80%	
58	243.29	253.40	61,648.55	10.60	12.10	17.60	185.77	252.50	46,907.62	76%	
59	191.13	253.70	48,490.94	10.50	12.70	15.60	162.24	252.00	40,885.10	84%	
60	459.96	252.00	115,910.34	17.20	10.90	24.20	323.72	250.20	80,994.95	70%	
61	383.60	253.50	97,241.89	13.60	12.50	22.10	276.80	253.40	70,140.77	72%	
62	257.30	251.00	64,583.53	10.00	10.70	18.10	182.15	252.00	45,902.42	71%	
63	394.08	251.80	99,229.92	17.20	10.40	22.40	286.48	251.70	72,107.31	73%	
64	271.72	251.00	68,200.96	10.90	11.90	18.60	200.71	248.50	49,877.30	73%	
65	237.79	253.00	60,160.29	11.80	9.80	17.40	176.71	250.20	44,213.81	73%	
66	373.25	250.40	93,462.68	16.30	10.60	21.80	273.02	255.00	69,619.27	74%	
67	430.05	255.50	109,878.70	18.10	10.40	23.40	309.15	255.20	78,894.27	72%	
68	390.57	253.70	99,088.01	17.90	10.70	22.30	291.05	250.50	72,908.22	74%	
69	330.06	253.50	83,671.31	16.30	10.20	20.50	248.16	253.00	62,785.03	75%	
70	186.27	253.70	47,255.55	10.00	10.20	15.40	144.13	248.50	35,816.98	76%	
71	229.66	253.50	58,218.51	12.20	10.40	17.10	178.27	250.20	44,603.01	77%	
72	301.72	256.50	77,390.99	16.30	10.90	19.60	239.69	255.00	61,122.13	79%	
73	286.52	247.50	70,914.14	15.40	11.30	19.10	230.27	255.20	58,765.13	83%	
74	317.31	250.00	79,327.36	17.20	11.40	20.10	256.69	250.50	64,302.03	81%	
75	311.03	253.90	78,969.57	18.10	8.18	19.90	229.54	251.00	57,615.07	73%	
76	268.80	249.80	67,147.03	14.50	10.40	18.50	209.80	252.00	52,870.00	79%	
77	317.31	251.10	79,676.40	15.00	12.10	20.10	249.40	255.20	63,648.09	80%	
78	268.80	252.90	67,980.32	16.10	10.50	18.50	218.93	253.40	55,475.99	82%	
79	257.30	251.40	64,686.45	10.90	13.10	18.10	200.05	251.70	50,351.94	78%	
80	248.85	252.90	62,933.19	15.40	10.30	17.80	203.73	248.50	50,627.67	80%	
81	307.91	250.40	77,100.22	16.30	10.00	19.80	235.45	250.20	58,910.62	76%	
Promedio										75%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 13: Mediciones personal capacitado

TRONCOS CORTADOS CON PERSONAL CAPACITADO											
N°	Antes del corte			Después del corte						Aprovechamiento	
	Área de la base	Largo	Volumen	Área de la base				Largo	Volumen		Volumen
				Largo	Ancho	Diagonal	Área				
1	408.28	250.50	102,274.73	14.20	14.10	22.80	304.25	250.50	76,214.92	75%	
2	522.79	254.00	132,789.59	19.10	14.40	25.80	398.92	254.00	101,324.87	76%	
3	514.72	252.00	129,709.38	19.20	17.50	25.60	425.36	252.00	107,190.69	83%	
4	559.90	252.50	141,375.71	20.50	17.70	26.70	461.38	252.50	116,497.67	82%	
5	311.03	252.00	78,378.62	16.40	11.20	19.90	247.35	252.00	62,332.99	80%	
6	319.21	250.20	79,865.51	16.10	13.20	20.16	265.86	250.20	66,519.01	83%	
7	196.07	253.40	49,683.44	11.90	10.90	15.80	162.89	253.40	41,275.98	83%	
8	314.16	252.00	79,168.32	14.60	14.00	20.00	259.28	252.00	65,338.56	83%	
9	174.37	251.70	43,888.09	11.20	10.00	14.90	143.18	251.70	36,039.24	82%	
10	298.65	248.50	74,214.11	14.00	13.90	19.50	246.62	248.50	61,286.11	83%	
11	162.86	250.20	40,747.71	11.10	10.00	14.40	136.93	250.20	34,259.95	84%	
12	232.35	255.00	59,249.95	15.40	10.50	17.20	197.03	255.00	50,241.72	85%	
13	183.85	255.20	46,919.61	11.20	10.80	15.30	152.41	255.20	38,894.30	83%	
14	452.39	250.50	113,323.80	19.00	16.00	24.00	378.20	250.50	94,737.90	84%	
15	415.48	253.00	105,115.58	17.10	14.90	23.00	335.13	253.00	84,788.72	81%	
16	545.44	253.00	137,997.48	22.20	14.20	26.35	430.34	253.00	108,876.60	79%	
17	336.31	245.90	82,698.21	17.40	11.20	20.69	265.59	245.90	65,309.60	79%	
18	233.62	253.70	59,268.69	13.20	11.10	17.25	190.07	253.70	48,220.41	81%	
19	323.66	251.10	81,271.86	16.30	12.10	20.30	260.45	251.10	65,398.16	80%	
20	395.21	252.30	99,712.31	17.20	14.40	22.43	321.45	252.30	81,100.99	81%	
21	497.76	253.50	126,182.91	19.10	16.40	25.17	405.50	253.50	102,794.62	81%	
22	311.53	252.00	78,505.29	16.40	11.30	19.92	248.42	252.00	62,602.96	80%	
23	520.89	251.00	130,744.14	20.10	16.10	25.75	422.25	251.00	105,985.12	81%	
24	260.01	252.00	65,523.66	14.10	11.50	18.20	211.08	252.00	53,192.73	81%	
25	284.14	255.20	72,513.04	15.30	11.30	19.02	228.52	255.20	58,317.28	80%	
26	170.15	253.40	43,115.77	10.80	10.00	14.72	139.07	253.40	35,241.49	82%	
27	210.02	251.70	52,862.99	12.10	11.00	16.35	171.56	251.70	43,182.13	82%	
28	173.57	248.50	43,132.99	11.00	10.00	14.87	141.79	248.50	35,233.99	82%	
29	291.71	250.20	72,984.69	15.00	12.10	19.27	236.60	250.20	59,198.00	81%	
30	211.62	253.40	53,624.05	12.00	11.20	16.41	173.01	253.40	43,840.50	82%	
31	340.43	252.00	85,788.77	16.10	13.20	20.82	276.48	252.00	69,671.91	81%	
32	337.79	253.00	85,461.55	15.30	14.00	20.74	276.00	253.00	69,827.07	82%	
33	283.70	253.00	71,776.65	16.10	10.10	19.01	223.16	253.00	56,458.49	79%	
34	243.10	245.90	59,777.55	13.40	11.40	17.59	197.93	245.90	48,670.62	81%	
35	348.40	253.70	88,389.95	18.20	10.60	21.06	270.66	253.70	68,666.88	78%	
36	202.48	251.10	50,841.75	12.40	10.20	16.06	164.48	251.10	41,300.44	81%	
37	401.51	252.30	101,301.53	19.10	12.10	22.61	316.31	252.30	79,805.29	79%	
38	236.06	253.70	59,888.38	13.40	11.00	17.34	191.73	253.70	48,641.88	81%	
39	284.76	253.50	72,187.29	15.10	11.60	19.04	229.96	253.50	58,295.17	81%	
40	438.22	256.50	112,403.89	17.00	16.40	23.62	358.51	256.50	91,958.04	82%	
41	474.77	247.50	117,504.70	20.00	14.30	24.59	380.38	247.50	94,144.85	80%	
42	355.98	253.00	90,063.59	15.40	14.70	21.29	291.18	253.00	73,668.86	82%	
43	206.41	256.50	52,944.41	12.00	10.90	16.21	168.61	256.50	43,247.31	82%	
44	358.55	247.50	88,741.32	17.40	12.40	21.37	287.16	247.50	71,070.96	80%	
45	210.68	250.00	52,670.89	12.40	10.70	16.38	171.68	250.00	42,920.44	81%	
46	495.09	253.90	125,704.01	18.10	17.40	25.11	405.02	253.90	102,833.64	82%	
47	424.78	249.80	106,110.94	20.70	10.60	23.26	322.10	249.80	80,461.03	76%	
48	195.38	251.10	49,060.91	11.40	10.90	15.77	159.82	251.10	40,131.30	82%	
49	324.98	249.00	80,920.72	17.30	10.70	20.34	255.05	249.00	63,506.56	78%	
50	348.09	251.10	87,405.22	16.40	13.20	21.05	282.28	251.10	70,881.67	81%	
51	269.24	255.50	68,791.58	14.10	12.00	18.52	219.22	255.50	56,011.09	81%	
52	316.78	253.70	80,365.91	17.30	10.20	20.08	246.62	253.70	62,566.91	78%	
53	337.60	253.50	85,582.66	15.20	14.10	20.73	275.96	253.50	69,956.39	82%	
54	413.51	253.70	104,908.27	17.10	15.30	22.95	337.57	253.70	85,641.90	82%	
55	243.32	253.50	61,680.84	14.20	10.40	17.60	195.50	253.50	49,558.86	80%	
56	235.37	256.50	60,372.06	13.20	11.20	17.31	191.60	256.50	49,146.51	81%	
57	397.66	234.00	93,053.31	19.40	11.40	22.50	309.41	234.00	72,402.38	78%	
58	205.15	253.40	51,984.12	12.20	10.60	16.16	167.23	253.40	42,376.90	82%	
59	251.28	253.70	63,749.96	13.70	11.50	17.89	204.42	253.70	51,860.20	81%	
60	387.96	252.00	97,764.96	16.40	15.00	22.23	316.98	252.00	79,878.48	82%	
61	422.27	253.50	107,045.52	19.40	12.70	23.19	334.33	253.50	84,751.43	79%	
62	367.98	251.00	92,361.88	18.40	11.40	21.65	288.87	251.00	72,505.82	79%	
63	295.22	251.80	74,335.43	14.20	13.20	19.39	241.33	251.80	60,766.41	82%	
64	444.98	251.00	111,691.00	18.40	15.10	23.80	361.41	251.00	90,714.42	81%	
65	325.19	253.00	82,274.30	15.40	13.30	20.35	265.01	253.00	67,046.88	81%	
66	369.61	250.40	92,550.15	16.40	14.20	21.69	301.24	250.40	75,431.65	82%	
67	409.70	255.50	104,679.35	16.20	16.10	22.84	335.26	255.50	85,659.43	82%	
68	198.94	253.70	50,471.54	12.30	10.10	15.92	161.59	253.70	40,994.35	81%	
69	399.11	253.50	101,174.10	20.00	10.40	22.54	303.55	253.50	76,951.05	76%	
70	253.40	253.70	64,287.95	14.20	11.00	17.96	204.80	253.70	51,957.94	81%	
71	331.83	253.50	84,119.29	17.30	11.10	20.55	261.93	253.50	66,399.45	79%	
72	427.52	256.50	109,658.05	17.70	15.20	23.33	348.28	256.50	89,333.41	81%	
73	276.44	247.50	68,418.22	13.90	12.60	18.76	225.79	247.50	55,882.68	82%	
74	352.27	250.00	88,066.90	16.40	13.40	21.18	286.01	250.00	71,503.45	81%	
75	221.05	253.90	56,124.81	12.40	11.30	16.78	180.59	253.90	45,850.64	82%	
76	501.16	249.80	125,190.70	20.10	15.30	25.26	404.35	249.80	101,005.85	81%	
77	395.10	251.10	99,208.47	16.40	15.30	22.43	323.01	251.10	81,107.24	82%	
78	439.97	252.90	111,267.24	19.30	13.70	23.67	352.19	252.90	89,068.27	80%	
79	506.74	251.40	127,394.46	20.20	15.40	25.40	408.91	251.40	102,799.98	81%	
80	510.90	252.90	129,207.29	20.10	15.70	25.50	413.24	252.90	104,507.47	81%	
81	380.46	250.40	95,268.05	16.90	14.10	22.01	309.38	250.40	77,467.93	81%	
Promedio										81%	

Fuente: Elaboración propia

Así fue como obtuvimos datos promedios como el diámetro, largos y medidas que nos ayudarían a calcular el porcentaje de aprovechamiento de la madera de dos formas: cuando al operador se le considera como capacitado y cuando al operador se le considera como no capacitado para poder calcular el volumen promedio aprovechado.

Para identificar el volumen de madera requerido por parihuela se tienen las medidas de las tablas y tacos requeridos:

Tabla N°14: Volumen requerido por parihuela

Tablas 100x10		Tablas 120x10		Tacos	
Medida (cm)		Medida (cm)		Medida (cm)	
a	100	a	120	a	10
b	10	b	10	b	10
h	1.5	h	1.5	h	8
Volumen	1500	Volumen	1800	Volumen	800

cm3

Fuente: Elaboración propia

Para una parihuela normal se necesitan 14 tablas y 9 tacos: 31,500 cm3.

Con las simulaciones anteriores sabemos que el volumen útil con el porcentaje de aprovechamiento correspondiente es:

Tabla N°15: Volumen útil real e ideal

REAL

IDEAL

Medidas		
Volumen total	126,392.89	cm3
Volumen útil	94,830.38	cm3

Medidas		
Volumen total	126,392.89	cm3
Volumen útil	102,163.97	cm3

Fuente: Elaboración propia

Como resultado tuvimos que aprovechando un 81% de la madera, produce 3.24 parihuelas por cada tronco y actualmente con el personal no capacitado, el aprovechamiento de la madera es de un 78% por lo que producen tan solo 3.01 parihuelas por cada tronco.

Con dichos datos se pudo obtener el costo de oportunidad perdido por parihuela que se deja de vender y por un promedio mensual de 4388 parihuelas al mes.

Tabla N°16: Costo mensual por falta de capacitación

	Por parihuela	Mensual
Costo de oportunidad	S/. 2.16	S/. 9,470.06

Fuente: Elaboración propia

- **Problema: Falta esclarecer funciones**

Como se había mencionado anteriormente, las actividades de la empresa se realizan de manera empírica, sin un control de documentos organizado ni una persona encargada de eso. Cada operario que ahora labora en la empresa ha aprendido sus funciones mirando a sus compañeros y con la práctica. Es por ello que se decidió realizar un cuestionario con preguntas abiertas para los operarios con la finalidad de que den a conocer cuál era el puesto exacto en el que trabajan, cuáles son las actividades que realizan dentro del puesto, las principales responsabilidades que deben cumplir, las herramientas que utilizan entre otras preguntas.

Imagen N° 02: Operarios realizando encuesta



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 03: Operarios esperando para iniciar



Fuente: Elaboración propia

Al realizar las encuestas pudimos darnos cuenta que los operarios se preguntaban entre si cuál debería ser la respuesta que deben poner por lo que nos dimos cuenta que no tienen definidas las funciones que deben cumplir dentro de su área y es por ello que tenemos un problema que afecta al área de producción; ya que, si en caso existiera algún problema durante la producción, al no tener ellos definidos quién es su superior inmediato, pueden pasarse horas buscando quien pueda solucionar el caso. Otro ejemplo es que para la descripción de un puesto de trabajo es necesario conocer las habilidades que son requeridas para dicho trabajo; sin embargo, no se tienen claras. Por lo tanto, la empresa pudo contratar personal que no cumpla con los requerimientos que serán necesarios para cada puesto.

- **Costos del problema:**

Para calcular los costos que la empresa pierde por no tener claras las funciones del puesto de trabajo se ha considerado el tiempo de mano de obra no productivo que se paga, para ello se ha necesitado del diagrama de operaciones del proceso que se ha mostrado anteriormente para calcular los tiempos normales de cada actividad como se pueden visualizar en la tabla N°19 mostrado en la siguiente página.

Primero hemos calculado el costo de mano de obra por minuto:

Tabla N°17: Costo de mano de obra por minuto

Costo MO	
Mensual	S/. 800.00
Diario	S/. 30.77
Hora	S/. 3.85
Minuto	S/. 0.06

Fuente: Elaboración propia

Con el cuadro de los tiempos de cada actividad que se muestra a continuación, se ha concluido con lo siguiente:

- Tiempo requerido para hacer una parihuela: 18.34 min.
- Cantidad de parihuelas ideales por operario: 26.17
- Cantidad de parihuelas reales por operario: 20.31
- Cantidad de parihuelas no producidas: **5.85**

Tabla N°18: Tiempos de las actividades del proceso

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (MIN)
1	Recepción e inspección de troncos de madera	1.10
2	Traslado de troncos de madera a la tronquera	0.68
3	Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en tablones	0.71
4	Trasladar tablones a la tableadora	1.68
5	Calibrar la tableadora para que corte a 10 cm de ancho	0.09
6	Cortar tablones en la tableadora en listones de 10 cm de ancho	0.42
7	Calibrar la tableadora para que corte a 8 cm	0.13
8	Cortar tablones en la tableadora en listones de 8 cm de ancho	0.44
9	Calibrar la tableadora para que corte a 1.5 cm de ancho	0.13
10	Cortar tablones en la tableadora en listones de 1.5 cm de ancho	0.50
11	Trasladar tablas a la despuntadora	0.50
12	Calibrar la despuntadora para que corte a 120 cm de largo	0.11
13	Cortar tablas en tamaños de 120 cm de largo	3.54
14	Calibrar la despuntadora para que corte a 100 cm de largo	0.11
15	Cortar tablas en tamaños de 100 cm de largo	0.99
16	Transportar listones a la máquina corta tacos	0.37
17	Cortar los listones en tacos en la máquina corta tacos	2.99
18	Transportar los tacos al área de armado	0.33
19	Transportar tablas al área de armado	0.37
20	Armado de parihuela con ayuda de pistola neumática para clavar las piezas	1.25
21	Realizar pirograbado en las parihuelas con ayuda de sellos al fuego	0.04
22	Trasladar parihuelas a zona de secado	0.80
23	Dejar secar la parihuela	11520.00
24	Trasladar parihuelas a la cámara de tratamiento térmico	0.56
25	Exponer las parihuelas a 56 °C dentro de la cámara de tratamiento térmico	40.62
26	Trasladar parihuelas a almacén	0.51
TOTAL		11578.96

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el tiempo ocioso por operario viene a ser la multiplicación de las parihuelas no producidas por el tiempo que toma la fabricación de la misma.

Tabla N°19: Costo mensual por funciones no claras

TIEMPO OCIOSO POR OPERARIO (MIN)	107.23
COSTO TOTAL POR TIEMPO OCIOSO EN 1 MES	S/. 1,608.51

Fuente: Elaboración propia

Criterio N° 2: Métodos

- **Problema: No existe planificación de la producción**

La planificación de la producción es una parte muy importante y necesaria para comenzar a producir en toda empresa, sin eso pueden ocurrir problemas de clientes insatisfechos por productos no terminados en el tiempo especificado, por lo tanto según el dueño, se tienen meses donde los troncos llegan muy húmedos debido a las lluvias en Cajamarca (su lugar de procedencia) que son sobre todo en los meses de enero, febrero, marzo y abril.

Imagen N° 04: Pedidos de DanPer

Descripcion	26	27	28	29	30	31	
PARIHUELAS DE MADERA 20 OZ. 1.17 X 1.10 X 0.13 M	80	80	80	80	80	80	480
PARIHUELA DE MADERA A-10 1.27 X 1.00 X 0.13M.	110	110	110	110	110	110	660
PARIHUELA DE MADERA GMA 48" X 40" (1.22 X 1.02 X 0.135 M.)	90	130	110	110	110	110	660
PARIHUELA DE MADERA CON TRATAMIENTO C/LISTON 1 X 1.20 X 0.13 M.	130	135	160	140	120	110	795
PARIHUELA DE MADERA MARITIMO TARIMA 1 X 1.2	30	30	30	30	30	30	180
PARIHUELA DE MADERA EUROPALET 1.20 X 0.80	110	70	90	90	40	60	460
PARIHUELA NORMAL TACO RECORTADO	20	40	20	40	20	25	165
PARIHUELA DE MADERA - 1.00 X 1.01M	20	20	20	20	20	20	120
PARIHUELA MADERA FRESCO STANDARD 1.0MT X 1.2MT X 0.125MT	400	400	400	400	400	400	2400
PARIHUELAS DE MADERA - 1.00 MT X 0.60 MT	30	30	30	30	30	30	180
PARIHUELA DE MADERA - 1.00 X 1.10 M	60	60	60	60	60	60	360

Fuente: Elaboración propia

En este aspecto, la empresa para no verse desabastecida o mejor dicho para cumplir con la demanda de su cliente, al verse falto de producto terminado, lo que hace es comprarle parihuelas a un tercero, a un precio de S/. 33.00 lo cual es S/. 5.27 más de lo que le cuesta a la empresa fabricar una parihuela. Por lo tanto, en la tabla siguiente podemos ver el histórico de parihuelas mensual que se han comprado a un tercero del año 2016. Así como también las cantidades demandadas y producidas.

Tabla N°20: Cantidad de parihuelas tercerizadas

MES	DEMANDA	PRODUCIDAS	COMPRADAS
		CANTIDAD	CANTIDAD
ENERO	5368	4979	389
FEBRERO	4500	4182	318
MARZO	6424	6201	223
ABRIL	4301	3939	362
MAYO	1266	948	318
JUNIO	4173	3968	205
JULIO	2549	2203	346
AGOSTO	4076	3811	265
SETIEMBRE	5395	5185	210
OCTUBRE	5537	5150	387
NOVIEMBRE	5632	5373	259
DICIEMBRE	3444	3058	386
TOTAL	52665	48997	3668

Fuente: Elaboración propia

- **Costos del problema:**

Los costos de este problema se calculan básicamente en el costo de exceso que le genera a la empresa comprarle a otra empresa las parihuelas que por una mala gestión de materia prima y planificación de su producción, no pudieron atender. Por lo que se han obtenido los siguientes costos en el año:

Tabla N°21: Costo de producción total anual tercerizando

MES	DEMANDA	PRODUCIDAS		COMPRADAS		COSTO TOTAL
		CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO	
ENERO	5368	4979	S/. 138,067.67	389	S/. 12,837.00	S/. 150,904.67
FEBRERO	4500	4182	S/. 115,966.86	318	S/. 10,494.00	S/. 126,460.86
MARZO	6424	6201	S/. 171,953.73	223	S/. 7,359.00	S/. 179,312.73
ABRIL	4301	3939	S/. 109,228.47	362	S/. 11,946.00	S/. 121,174.47
MAYO	1266	948	S/. 26,288.04	318	S/. 10,494.00	S/. 36,782.04
JUNIO	4173	3968	S/. 110,032.64	205	S/. 6,765.00	S/. 116,797.64
JULIO	2549	2203	S/. 61,089.19	346	S/. 11,418.00	S/. 72,507.19
AGOSTO	4076	3811	S/. 105,679.03	265	S/. 8,745.00	S/. 114,424.03
SETIEMBRE	5395	5185	S/. 143,780.05	210	S/. 6,930.00	S/. 150,710.05
OCTUBRE	5537	5150	S/. 142,809.50	387	S/. 12,771.00	S/. 155,580.50
NOVIEMBRE	5632	5373	S/. 148,993.29	259	S/. 8,547.00	S/. 157,540.29
DICIEMBRE	3444	3058	S/. 84,798.34	386	S/. 12,738.00	S/. 97,536.34
TOTAL	52665	48997	S/. 1,358,686.81	3668	S/. 121,044.00	S/. 1,479,730.81

Fuente: Elaboración propia

A diferencia de que se hubiese contado con la correcta planificación para lograr cubrir la demanda mensual que originaba un costo total de:

Tabla N°22: Costo de producción total anual

MES	DEMANDA	COSTO TOTAL
ENERO	5368	S/. 148,854.64
FEBRERO	4500	S/. 124,785.00
MARZO	6424	S/. 178,137.52
ABRIL	4301	S/. 119,266.73
MAYO	1266	S/. 35,106.18
JUNIO	4173	S/. 115,717.29
JULIO	2549	S/. 70,683.77
AGOSTO	4076	S/. 113,027.48
SETIEMBRE	5395	S/. 149,603.35
OCTUBRE	5537	S/. 153,541.01
NOVIEMBRE	5632	S/. 156,175.36
DICIEMBRE	3444	S/. 95,502.12
TOTAL	52665	S/. 1,460,400.45

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la empresa North Pallet S.A.C. incurre en un costo mensual por tercerizar pallets de:

Tabla N°23: Costo mensual por falta de planificación de producción

Costo excedido anual	S/. 19,330.36
Costo excedido mensual	S/. 1,610.86

Fuente: Elaboración propia

Criterio N° 03: Materiales

- **Problema: Falta estandarización de la materia prima**

Uno de los problemas identificados al inicio de la producción es la diferencia de diámetros de los troncos con los que se trabaja. Al ser la materia prima troncos de pino se hace un poco difícil la estandarización de la misma puesto que pueden llegar troncos de 60 cm. de diámetro así como troncos de hasta menos de 20 cm. de diámetro por lo que no se puede trabajar una Producción promedio en base a la cantidad de troncos puesto que los mismos no tienen un diámetro estándar para poder calcular dichos parámetros.

Asimismo, no existe un análisis apropiado de si es que se debería aceptar el lote o no. Esto genera que se obtenga mucho materia prima útil del que se debería y que por lo tanto se obtenga mucho menos producto final de lo

esperado, ya que mucho de los troncos no tendrían las medidas apropiadas para ser utilizados o en caso lo fuesen generarían un elevado porcentaje de merma. Esto provocará que no puedan cubrir con la demanda del mercado, sin olvidar que incrementará el costo unitario por parihuela.

Imagen N° 05: Troncos en almacén de MP



Fuente: Elaboración propia

- **Costos del problema:**

Para costear nuestro problema, fue necesario tomar mediciones de 3 camiones de troncos que llegaron a planta en los meses de abril, mayo y junio; al ser la muestra de 81 troncos, se tomaron las respectivas medidas para ver si cumplían con las especificaciones que la empresa requería por lo que arrojó que de los 3 lotes solo debió aceptarse uno ya que los otros dos tenían disconformidades en las especificaciones de las medidas promedio.

Primero mostramos el cuadro con las especificaciones respectivas sobre los troncos de madera que vienen en el camión.

Tabla N°24: Especificaciones en las medidas de os troncos

Especificaciones	Diámetro		Longitud	
	Pulgadas	Centímetros	Pulgadas	Centímetros
Valor Nominal	8	20.32	98.43	250
Tolerancia	2	5.08	3.94	10
Especificación Inferior	6	15.24	94.49	240

Fuente: Elaboración Propia

Como se había mencionado antes, se evaluaron los camiones que llegaron en abril, mayo y junio con las respectivas medidas promedios que nos permitieron obtener la cantidad de parihuelas NO producidas mediante el volumen requerido tal como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla N°25: Parihuelas no producidas por lotes mal aceptados

	Abril	Mayo	Junio
Diámetro promedio	22.01	20.38	18.94
Largo promedio	252.20	251.98	251.91
1 Tronco (m3)	95,993.33	82,220.76	70,974.28
Total madera (m3)	19,198,666.90	16,444,152.61	14,194,855.48
1 parihuela (m3)	31,500.00	31,500.00	31,500.00
Total madera óptima utilizable (m3)	14,961,399.04	12,814,823.57	11,061,960.62
Total parihuelas óptimas (unds)	474.97	406.82	351.17
Total de parihuelas reales (unds)	470.00	372.00	319.00
Parihuelas dejadas de producir (unds)	4.97	34.82	32.17

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto concluimos en que el costo de oportunidad perdido por aceptar lotes que no cumplan con las especificaciones afecta mensualmente en:

Tabla N°26: Costo de pérdida por lotes mal aceptados

	Lote aceptado	Lote aceptado	Lote no aceptado
	Abril	Mayo	Junio
Parihuelas NO producidas	4.97	34.70	32.17
Costo de oportunidad	S/. 46.03	S/. 321.67	S/. 298.25
Promedio	S/. 183.85		S/. 298.25
Pérdida promedio por lote	S/.114.40		
Pérdida mensual	S/.915.19		

Fuente: Elaboración Propia

Criterio N° 04: Maquinaria:

- **Problema: Falta de mantenimiento preventivo.**

Un problema significativo de la empresa ha sido las paradas de producción debido al mantenimiento correctivo que debía hacerse al montacargas. El

montacargas es una de las herramientas más importantes de la planta puesto que, al ser troncos pesados lo que se debe trasladar entre estaciones, no pueden ser movilizados por hombre y/o este procedimiento tomaría mucho más tiempo de lo normal.

Imagen: N°06: Montacargas



Fuente: Elaboración propia

Por tal motivo si alguna vez el montacargas se ha visto paralizado, la producción también ha ocasionado paradas o como se ha mencionado antes, el proceso tomaba el doble de que era regular.

A continuación el montacargas con que la empresa cuenta:

- Marca: NISSAN
- Modelo: HELI
- Serie: K25
- Año: 2012

• **Costos del problema:**

Para identificar el costo perdido por esta falta de acciones preventivas se ha determinado los costos por mantenimiento correctivo además del costo de oportunidad perdido por las paradas que se ocasionaron.

Como se puede observar en el siguiente cuadro de ventas del año 2016, para el mes de Abril, Mayo, Junio y Diciembre son las fechas en las que menor flujo de ventas se tuvo y la razón es debido a que en esos meses, se realizaron mantenimientos correctivos para el montacargas, lo que redujo también la capacidad de producción.

Tabla N° 27: Ventas 2016

MES	VENTAS	PRODUCIDAS
ENERO	5368	4979
FEBRERO	4500	4182
MARZO	6424	6201
ABRIL	4301	3939
MAYO	1266	948
JUNIO	4173	3968
JULIO	2549	2203
AGOSTO	4076	3811
SETIEMBRE	5395	5185
OCTUBRE	5537	5150
NOVIEMBRE	5632	5373
DICIEMBRE	3444	3058

Fuente: Elaboración propia

Los costos de mantenimiento correctivo son los siguientes:

Tabla N°28: Descripción de fallas del montacargas

MES (2016)	FALLAS	DESCRIPCION DE FALLAS	TIEMPO (días)
Abril	1	Cambio de llantas	1
Mayo	2	Mantenimiento de pistón hidráulico y regulación de rodamientos	2
Julio	1	Regulación de rodamientos	2
Diciembre	1	Regulación de rodamientos	1
TOTAL	5		6

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°29: Costo de mantenimientos correctivos

Item	Cantidad	Unidad	Descripción	TOTAL
1	1	Prod/serv	Llantas semisólidas y neumáticas	S/. 698.00
1	2	Prod/serv	Mantenimiento de pistón hidráulico de Levante mástil / Reparación y regulación de rodamientos de mástil	S/. 1,063.00
1	1	Prod/serv	Reparación y regulación de rodamientos de mástil	S/. 138.00
1	1	Prod/serv.	Reparación y regulación de rodamientos de mástil	S/. 138.00
SUBTOTAL				S/. 2,037.00
IGV				S/. 366.66
TOTAL				S/. 2,403.66

Fuente: Elaboración propia

Además, se producen aproximadamente 182.83 parihuelas por día. El tiempo perdido por mantenimiento correctivo es de 6 días en el año 2016. Por lo que la cantidad de parihuelas dejadas de producir fueron de un total de: 1097.

- Costo de oportunidad perdida: S/. 10,169.19
- Costo total de pérdida por mantenimiento correctivo: S/. 2,403.66
- Costo total anual: S/. 12,572.85
- Costo mensual: S/. 1,047.74

Criterio N° 5: Mediciones

- **Problema: Falta de tiempos estandarizados**

Al analizar la empresa en cuestión, pudimos notar que hay puntos importantes como: la capacitación de personal, los tiempos ociosos, instalaciones inadecuadas y otros puntos que van a influir en que existan tiempos muertos para la producción de las parihuelas.

Por esta razón consideramos que la falta de tiempos estandarizados de cada actividad del proceso puede estar causando pérdidas para la empresa por lo que se ha realizado el estudio de tiempos del proceso de producción de parihuelas del tipo Normal desde la llegada del camión con la materia prima que son los troncos de madera (pino) hasta el almacén del producto terminado (parihuela tipo Normal)

- **Costos del problema:**

1. Como primer punto se hizo un estudio de tiempos con muestras aleatorias de 10 mediciones por cada una de las actividades del diagrama de operaciones.
2. Con las 10 primeras muestra de tiempos, se determina el tiempo de ciclo y a través de la tabla de Mundel podremos conocer cuál es el número real de mediciones que deben realizarse por actividad.
3. Como tercer paso se deben añadir los suplementos y/o holgura ya se habían realizado las tomas de los tiempos mostrado anteriormente para lo que resumimos los costos a continuación:
 - Tiempo por operario: 18.35
 - Parihuelas ideales por operario en 1 día: 26.16
 - Parihuelas reales al mes: 4388
 - Parihuelas reales a la semana: 1097
 - Parihuelas reales al día: 182.83

- Parihuelas reales por hora: 22.85
- Parihuelas reales por operario en 1 día 20.31481481
- Pérdida 5.84
- Pérdida monetaria mensual: s/. 1,314.69

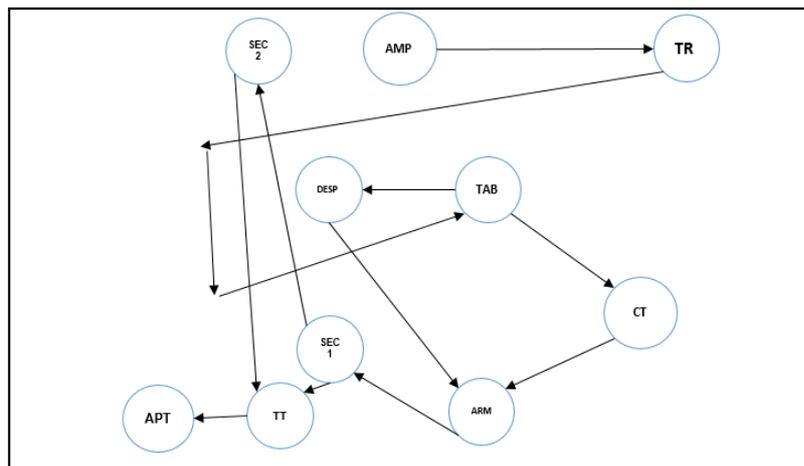
Criterio N° 6: Medio Ambiente

• **Problema: Instalaciones Inadecuadas**

Al hacer las diferentes visitas, pudimos notar que las estaciones no están bien ubicadas y que los operarios debían hacer recorridos innecesarios solo por la falta de orden y de una estructura bien definida como se pueden mostrar en las diferentes fotos de la empresa que se han venido mostrando a lo largo del proyecto.

Además del layout de la empresa, las instalaciones deben tener una distribución orientada al producto y al proceso en línea ya que se deben llevar objetos pesados que en esta oportunidad son bloques de madera muy pesados. A continuación se muestra el layout original de la empresa.

Diagrama N°20 Distribución de planta actual



Fuente: Elaboración propia

LEYENDA	
AMP	Almacén Materia Prima
TRO	Tronquera
TABL	Tabladora
DESP	Despuntadora
CT	Corta Tacos
ARM	Armado
SEC1	Secado 1
SEC2	Secado 2
TT	Tratamiento Térmico
APT	Almacén Producto Terminado

Para poder analizar el costo de esta área, consideramos importante el factor carga, distancia para poder analizar la capacidad de producción con dichos flujos.

Tabla N°30: Cuadro factor carga-distancia

PROCESO	FLUJOS (m3)	DISTANCIA INICIAL (m)	FACTOR CARGA-DISTANCIA
AMP-TRO	25,278,577.86	20	505,571,557.27
TRO-TABL	18,157,833.57	55	998,680,846.46
TABL-DESP	14,006,952.82	10	140,069,528.17
TABL-CT	4,150,880.75	10	41,508,807.55
CT-ARM	4,150,880.75	12	49,810,569.05
DESP-ARM	14,006,952.82	15	210,104,292.26
ARM-SEC1	9,078,916.79	10	90,789,167.86
ARM-SEC2	9,078,916.79	35	317,762,087.51
SEC1-TT	9,078,916.79	2	18,157,833.57
SEC2- TT	9,078,916.79	28	254,209,670.01
TT-APT	18,157,833.57	5	90,789,167.86
			2,717,453,527.58

Fuente: Elaboración propia

Para conocer la realidad de pérdida lo debemos enfocar sobre todo a los tiempos de traslados de material de una estación a otra ya que como se ha mencionado antes debido al desorden que existe los operarios y el montacargas debe tomar una ruta más larga, pudiendo acortar dichos tiempos.

Tabla N°31: Tiempos de traslado

ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
Traslado de troncos de madera a la tronquera	0.68
Trasladar tablones a la tableadora	1.68
Trasladar tablas a la despuntadora	0.50
Transportar listones a la máquina corta tacos	0.37
Transportar los tacos al área de armado	0.33
Transportar tablas al área de armado	0.37
Trasladar parihuelas a zona de secado	0.80
Trasladar parihuelas a la cámara de tratamiento térmico	0.56
Trasladar parihuelas a almacén	0.51
TOTAL	5.79

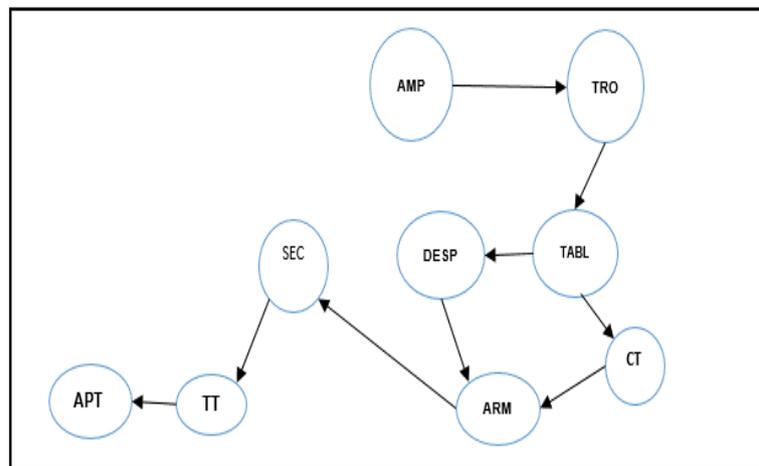
Fuente: Elaboración propia

- **Costos del problema:**

Aquí los costos son en función al factor de carga distancia; es decir, la cantidad de productos en proceso que circulan por cada una de las estaciones multiplicado por la distancia entre estación y estación. Entonces, mientras menos camine el operario con el peso o traslade las tablas con el montacargas con una ruta más corta, mucho mejor.

Para poder comparar los costos en los que incurre la empresa por no tener una buena distribución de planta, ha sido necesario realizar una reestructuración del layout de la planta enfocándonos en el producto.

Diagrama N°21: Distribución de planta propuesta



Fuente: Elaboración propia

Con la nueva propuesta de layout el factor carga distancia se va a reducir por que los tiempos de traslado tendrán el mismo efecto y los costos serán los siguientes:

Tabla N°32: Diferencia en tiempos de traslado

MODELO	FACTOR CARGA-DISTANCIA	TIEMPO (min)
Distribución actual	2,717,453,527.58	11.07
Distribución propuesta	1,422,542,152.66	5.79
DIFERENCIA		5.27

Fuente: Elaboración propia

- Costo de mano de obra mensual: S/. 800.00
- Costo mensual por tiempos de traslado: S/. 4,218.71

B. Calidad

Criterio N° 01: Mano de Obra

- **Problema: Falta de capacitaciones**

Como se mencionó anteriormente la empresa North Pallet S.A.C. nunca ha brindado capacitación a ninguno de sus 9 trabajadores. Estos han logrado mejorar su desempeño a través del tiempo por lo que en este caso se considera a un trabajador más capacitado que otro cuando tiene más años laborando en la empresa.

La diferencia entre un operario capacitado y un no capacitado principalmente se puede identificar en la operación donde los troncos de madera deben pasar por la tronquera para que puedan tener un ángulo de 90°. Durante esta operación un operador menos capacitado genera un menor porcentaje de merma con respecto a uno que es más capacitado. Por lo tanto, debido a que su mano de obra no se encuentra nivelada la empresa incurrirá en mayores costos a causa de un exceso de merma por falta de capacitación.

- **Costos del problema:**

Los cuadros mostrados anteriormente con respecto a las mediciones de largo, diámetro (Tabla N°12) y cálculo de porcentaje de aprovechamiento (Tabla N°13 y N°14) han servido también para calcular los costos orientados a la merma. Debido a que genera un trabajador no capacitado alcanza un 75% de aprovechamiento de la madera. Por lo que, el porcentaje de merma es de 33.28%, reduciendo un volumen total del tronco de 126,392.89 cm³ por tronco a un volumen aprovechado de solamente 94,830.38 cm³.

Un trabajador capacitado (para este caso se toma en cuenta al trabajador con mayor experiencia) alcanza un 81% de aprovechamiento de la madera. Por lo tanto, genera una merma del 23.72% y obtiene un volumen aprovechado de 102,163.97 cm³ por cada tronco.

Tabla N°33: Porcentaje de merma de operario capacitado

Medidas		
Volumen total	126392.8893	cm3
Volumen aprovechado	102163.97	cm3
Merma	24228.92	cm3
Merma (%)	23.72%	cm3

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, si todos los trabajadores estuvieran capacitados el porcentaje de volumen de madera aprovechado de toda la planta sería de 81%. Por lo tanto, genera una merma del 33.28% y se obtiene un volumen aprovechado de 94830.38 cm³ por cada tronco.

Tabla N°34: Porcentaje de merma de operario no capacitado

Medidas		
Volumen total	126392.8893	cm3
Volumen aprovechado	94830.38	cm3
Merma	31562.51	cm3
Merma	33.28%	cm3

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, debido a la falta de capacitación la empresa está teniendo una pérdida mensual de S/. 7,653.92.

Tabla N°35: Costo por falta de capacitación en tronquera-Calidad

Diferencia de merma	Pérdida por exceso de merma mensual	Pérdida por exceso de merma anual
9.57%	S/. 7,653.92	S/. 91,847.10

Fuente: Elaboración propia

Criterio N° 02: Métodos

- **Problema: No hay control de calidad**

En la empresa se observó que durante todo el proceso no hay un seguimiento estipulado que asegure que se alcance la calidad esperada por el cliente. Lo único que se realiza es una revisión visual rápida al momento de tener ya el producto final. Sin embargo, quienes si realizan un exhaustivo control de calidad son sus clientes. Es por ello que para reducir costos la empresa decidió traer a los responsables del control de calidad de sus clientes para que inspeccionen en la misma empresa y no se incurra costos al momento de tener que regresar los productos, o peor aún el lote de productos que no cumplen con las especificaciones. No obstante, no se ha tomado medidas para reducir los productos defectuosos.

- **Costos del problema:**

Por lo tanto, como no se han tomado medidas para reducir el índice de productos no conformes se determinó que este es en promedio de 2.06% mensual.

Tabla N°36: Porcentaje de productos defectuosos

MES	PRODUCTO ACEPTADO	PRODUCTO DEFECTUOSO	PRODUCCIÓN TOTAL	% PROD. DEFECTUOSO
ENERO	4638	69	4707	1.47%
FEBRERO	4461	89	4550	1.96%
MARZO	4294	110	4404	2.50%
ABRIL	4426	92	4518	2.04%
MAYO	4390	113	4503	2.51%
JUNIO	4381	85	4466	1.90%
PROMEDIO	4432	485	4525	2.06%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°37: Clasificación de productos defectuosos

PRODUCTO DEFECTUOSO			
MES	CORREGIBLE		NO CORREGIBLE
	CAMBIADO DE TABLA	LIJADO	
ENERO	40	10	19
FEBRERO	55	20	14
MARZO	60	28	22
ABRIL	42	25	25
MAYO	49	37	27
JUNIO	47	19	19
TOTAL	293	31	161

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, es no solamente genera disconformidad de los clientes sino que también causa incurrir en costo por productos desechados debido a que ya no tienen arreglo y en costos de reproceso para arreglar el producto defectuoso, los cuales serán detallados en el siguiente cuadro.

Tabla N°38: Costo unitario de reprocesos

REPROCESO	RECURSOS	COSTO	COSTO TOTAL
CAMBIADO DE TABLA	Tabla	S/. 1.54	S/. 2.55
	6 Clavos	S/. 0.70	
	Horas - Hombre	S/. 0.32	
LIJADO	Lija	S/. 1.50	S/. 2.14
	Horas - Hombre	S/. 0.64	

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, si analizamos los costos por falta de control de calidad de los primeros seis meses podremos observar que en promedio se gastó S/: 869.34 mensualmente.

Tabla N°39: Costo productos defectuosos

COSTO PRODUCTO DEFECTUOSO			
MES	CORREGIBLE		NO CORREGIBLE
	CAMBIADO DE TABLA	LIJADO	
ENERO	S/. 102.10	S/. 21.41	S/. 628.90
FEBRERO	S/. 140.38	S/. 42.82	S/. 463.40
MARZO	S/. 153.15	S/. 59.95	S/. 728.20
ABRIL	S/. 107.20	S/. 53.53	S/. 827.50
MAYO	S/. 125.07	S/. 79.22	S/. 893.70
JUNIO	S/. 119.96	S/. 40.68	S/. 628.90
PROMEDIO MENSUAL	S/. 124.64	S/. 49.60	S/. 695.10
	S/. 869.34		
TOTAL	S/. 747.86	S/. 297.60	S/. 4,170.60
	S/. 5,216.07		

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, si se redujera el índice de productos defectuosos implementando control de calidad en la empresa North Pallet S.A.C. podría existir una reducción de costos de S/. 869.34 mensualmente.

Criterio N° 03: Materiales

- **Problema: Falta de estandarización de la materia prima.**

Un problema identificado en la empresa es que al momento de recepcionar la materia prima que sus proveedores les envían el único como de evaluar si es que están conformes o no con ella es mediante una rápida inspección visual. Por lo tanto, no existe un análisis apropiado de si es que se debería aceptar el lote o no. Esto genera que se obtenga mucho materia prima útil del que se debería y que por lo tanto se obtenga mucho menos producto final de lo esperado, ya que mucho de los troncos no tendrían las medidas apropiadas para ser utilizados o en caso lo fuesen generarían un elevado porcentaje de merma. Esto provocará que no puedan cubrir con la demanda del mercado, sin olvidar que incrementará el costo unitario por parihuela.

- **Costos del problema:**

El costo de este problema será calculado en base de la merma que se genera por tener materia prima de la que no se puede obtener las medidas deseadas para el producto por tener un diámetro por debajo de las especificaciones que se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla N°40: Especificaciones de materia prima

Especificaciones	Diámetro		Longitud	
	Pulgadas	Centímetros	Pulgadas	Centímetros
Valor Nominal	8	20,32	98,43	250
Tolerancia	2	5,08	3,94	10
Especificación Inferior	6	15,24	94,49	240

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar la merma se calculó la cantidad de centímetros cúbicos de manera necesarios para para hacer una parihuela como se pudo ver en la Tabla N°15 y así poder definir el número de parihuelas ideales resultantes de cada lote.

Por lo tanto, se analizaron los lotes de materia prima de los meses de abril mayo y junio del 2017.

Tabla N°41: Dimensiones promedio de troncos del lote de abril

Diámetro promedio	22,01407
Largo promedio	252,2025

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°42: Porcentaje de merma de lote de troncos de abril

1 Tronco (m3)	95993
Total madera (m3)	19198667
1 parihuela (m3)	31500
Total madera óptima utilizable (m3)	14961399
Total parihuelas óptimas (unds)	475
Total de parihuelas reales (unds)	470
Parihuelas dejadas de producir (unds)	5
Total madera utilizada (m3)	14805000
Merma (%)	22,89%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°43: Evaluación de lote de troncos de abril

N° TRONCO	LARGO	APROBADO	DIÁMETRO	APROBADO	APROBADO
1	253	SI	25,3	SI	SI
2	252	SI	26,9	SI	SI
3	250,5	SI	21	SI	SI
4	254	SI	30	SI	SI
5	252	SI	33	SI	SI
6	252,5	SI	28	SI	SI
7	251	SI	26,4	SI	SI
8	251	SI	25,4	SI	SI
9	253	SI	25,3	SI	SI
10	252	SI	15,24	SI	SI
11	250,5	SI	17,78	SI	SI
12	250	SI	25,5	SI	SI
13	252	SI	25,3	SI	SI
14	251	SI	25,4	SI	SI
15	252	SI	25,4	SI	SI
16	255,2	SI	22,86	SI	SI
17	253,4	SI	15,24	SI	SI
18	251,7	SI	17,78	SI	SI
19	248,5	SI	25,5	SI	SI
20	250,2	SI	22,86	SI	SI
21	253,4	SI	20,32	SI	SI
22	252	SI	20,32	SI	SI
23	253	SI	17,78	SI	SI
24	248	SI	22,86	SI	SI
25	251,8	SI	17,78	SI	SI
26	250,4	SI	15,24	SI	SI
27	251,5	SI	25,4	SI	SI
28	253	SI	17,78	SI	SI
29	255	SI	22,86	SI	SI
30	255,2	SI	15,24	SI	SI
31	252	SI	25,5	SI	SI
32	250,5	SI	20,32	SI	SI
33	253	SI	17,78	SI	SI
34	245,9	SI	17,78	SI	SI
35	253,7	SI	20,32	SI	SI
36	251,1	SI	17,78	SI	SI
37	252,3	SI	22,86	SI	SI
38	253,5	SI	22,86	SI	SI
39	250,8	SI	20,32	SI	SI
40	251,1	SI	22,86	SI	SI

41	255,5	SI	17,78	SI	SI
42	253,7	SI	25,4	SI	SI
43	253,5	SI	20,32	SI	SI
44	253,7	SI	17,78	SI	SI
45	253,5	SI	17,78	SI	SI
46	256,5	SI	25,4	SI	SI
47	247,5	SI	20,32	SI	SI
48	253	SI	22,86	SI	SI
49	252	SI	20,32	SI	SI
50	250	SI	17,78	SI	SI
51	253,3	SI	15,24	SI	SI
52	253	SI	15,24	SI	SI
53	254,4	SI	25,4	SI	SI
54	257	SI	22,86	SI	SI
55	258	SI	25,4	SI	SI
56	253,4	SI	20,32	SI	SI
57	253,7	SI	25,4	SI	SI
58	252	SI	20,32	SI	SI
59	253,5	SI	19,3	SI	SI
60	251	SI	26,9	SI	SI
61	251,8	SI	21	SI	SI
62	251	SI	30	SI	SI
64	250,4	SI	28	SI	SI
65	253	SI	26,4	SI	SI
66	251,8	SI	20,32	SI	SI
67	249	SI	20,32	SI	SI
68	254	SI	25,4	SI	SI
69	252,6	SI	27,7	SI	SI
70	256	SI	21,5	SI	SI
71	253,2	SI	26,5	SI	SI
72	250	SI	21,2	SI	SI
73	251	SI	22,1	SI	SI
74	252	SI	17,9	SI	SI
75	250,5	SI	23,8	SI	SI
76	252,2	SI	15,24	SI	SI
77	253	SI	20,32	SI	SI
78	252	SI	20,32	SI	SI
79	250	SI	15,24	SI	SI
80	251	SI	17,78	SI	SI
81	250	SI	22,86	SI	SI
LOTE APROBADO					SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°44: Evaluación de lote de troncos de mayo

N° Tronco	Largo	Aprobado	Diámetro	Aprobado	Aprobado
1	253	SI	22,86	SI	SI
2	252	SI	20,32	SI	SI
3	250,5	SI	22,86	SI	SI
4	254	SI	15,24	SI	SI
5	252	SI	17,78	SI	SI
6	252,5	SI	22,86	SI	SI
7	251	SI	22,86	SI	SI
8	251	SI	25,4	SI	SI
9	253	SI	20,32	SI	SI
10	252	SI	22,86	SI	SI
11	250,5	SI	25,4	SI	SI
12	250	SI	17,78	SI	SI
13	252	SI	15,24	SI	SI
14	251	SI	25,4	SI	SI
15	252	SI	22,86	SI	SI
16	255,2	SI	22,86	SI	SI
17	253,4	SI	15,24	SI	SI
18	251,7	SI	25,4	SI	SI
19	248,5	SI	22,86	SI	SI
20	250,2	SI	17,78	SI	SI
21	253,4	SI	22,86	SI	SI
22	252	SI	15,24	SI	SI
23	253	SI	22,86	SI	SI
24	248	SI	17,78	SI	SI
25	251,8	SI	20,32	SI	SI
26	250,4	SI	20,32	SI	SI
27	251,5	SI	25,4	SI	SI
29	255	SI	20,32	SI	SI
30	255,2	SI	22,86	SI	SI
31	252	SI	20,32	SI	SI
32	250,5	SI	25,4	SI	SI
33	253	SI	20,32	SI	SI
34	245,9	SI	17,78	SI	SI
35	253,7	SI	15,24	SI	SI
36	251,1	SI	22,86	SI	SI
37	252,3	SI	20,32	SI	SI
38	253,5	SI	15,24	SI	SI
39	250,8	SI	20,32	SI	SI
40	251,1	SI	22,86	SI	SI
41	255,5	SI	25,4	SI	SI

42	253,7	SI	15,24	SI	SI
43	253,5	SI	25,4	SI	SI
44	253,7	SI	25,4	SI	SI
45	253,5	SI	17,78	SI	SI
46	256,5	SI	20,32	SI	SI
47	247,5	SI	20,32	SI	SI
48	253	SI	22,86	SI	SI
49	252	SI	22,86	SI	SI
50	250	SI	15,24	SI	SI
51	253,3	SI	15,24	SI	SI
52	253	SI	20,32	SI	SI
53	254,4	SI	15,24	SI	SI
54	257	SI	15,24	SI	SI
55	240	SI	15,24	SI	SI
56	253,4	SI	17,78	SI	SI
57	253,7	SI	17,78	SI	SI
58	252	SI	25,4	SI	SI
59	253,5	SI	22,86	SI	SI
60	251	SI	20,32	SI	SI
61	251,8	SI	20,32	SI	SI
62	251	SI	25,4	SI	SI
63	253	SI	15,24	SI	SI
64	250,4	SI	25,4	SI	SI
65	253	SI	15,24	SI	SI
66	251,8	SI	15,24	SI	SI
67	249	SI	17,78	SI	SI
68	254	SI	15,24	SI	SI
69	252,6	SI	25,4	SI	SI
70	256	SI	17,78	SI	SI
71	253,2	SI	20,32	SI	SI
72	250	SI	17,78	SI	SI
73	251	SI	17,78	SI	SI
74	252	SI	20,32	SI	SI
75	250,5	SI	17,78	SI	SI
76	252,2	SI	22,86	SI	SI
77	253	SI	20,32	SI	SI
78	252	SI	25,4	SI	SI
79	250	SI	15,24	SI	SI
80	251	SI	22,86	SI	SI
81	250	SI	25,4	SI	SI
LOTE APROBADO					SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°45: Dimensiones promedio de troncos del lote de mayo

Diámetro promedio	20,38271605
Largo promedio	251,9061728

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°46: Porcentaje de merma de lote de troncos de mayo

1 Tronco (m3)	82197
Total madera (m3)	16439319
1 parihuela (m3)	31500
Total madera óptima utilizable (m3)	12811056
Total parihuelas óptimas (unds)	407
Total de parihuelas reales (unds)	372
Parihuelas dejadas de producir (unds)	35
Total madera utilizada (m3)	11718000
Merma (%)	28,74%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°47: Evaluación de lote de troncos de junio

N° Tronco	Largo	Aprobado	Diámetro	Aprobado	Aprobado
1	253	SI	22,86	SI	SI
2	252	SI	15,24	SI	SI
3	250,5	SI	17,78	SI	SI
4	254	SI	17,78	SI	SI
5	252	SI	12,7	SI	SI
6	252,5	SI	15,24	SI	SI
7	251	SI	17,78	SI	SI
8	251	SI	22,86	SI	SI
9	253	SI	12,7	SI	SI
10	252	SI	25,4	SI	SI
11	250,5	SI	25,4	SI	SI
12	250	SI	15,24	SI	SI
13	252	SI	22,86	SI	SI
14	251	SI	17,78	SI	SI
15	252	SI	17,78	SI	SI
16	255,2	SI	20,32	SI	SI
17	253,4	SI	12,7	SI	SI
18	251,7	SI	17,78	SI	SI
19	248,5	SI	25,4	SI	SI
20	250,2	SI	12,7	SI	SI
21	253,4	SI	15,24	SI	SI
22	252	SI	12,7	SI	SI
23	253	SI	17,78	SI	SI
24	248	SI	12,7	SI	SI
25	251,8	SI	20,32	SI	SI
26	250,4	SI	15,24	SI	SI
27	251,5	SI	17,78	SI	SI
28	253	SI	25,4	SI	SI
29	255	SI	12,7	SI	SI
30	255,2	SI	22,86	SI	SI
31	252	SI	15,24	SI	SI
32	250,5	SI	12,7	SI	SI
33	253	SI	12,7	SI	SI
34	245,9	SI	25,4	SI	SI
35	253,7	SI	22,86	SI	SI
36	251,1	SI	12,7	SI	SI
37	252,3	SI	25,4	SI	SI
38	253,5	SI	22,86	SI	SI
39	250,8	SI	22,86	SI	SI
40	251,1	SI	15,24	SI	SI

41	255,5	SI	17,78	SI	SI
42	253,7	SI	20,32	SI	SI
43	253,5	SI	25,4	SI	SI
44	253,7	SI	22,86	SI	SI
45	253,5	SI	25,4	SI	SI
46	256,5	SI	20,32	SI	SI
47	247,5	SI	25,4	SI	SI
48	253	SI	20,32	SI	SI
49	252	SI	12,7	SI	SI
50	250	SI	25,4	SI	SI
51	253,3	SI	20,32	SI	SI
52	253	SI	22,86	SI	SI
53	254,4	SI	12,7	SI	SI
54	257	SI	22,86	SI	SI
55	234	NO	15,24	SI	NO
57	253,7	SI	22,86	SI	SI
58	252	SI	20,32	SI	SI
59	253,5	SI	15,24	SI	SI
60	251	SI	25,4	SI	SI
61	251,8	SI	20,32	SI	SI
62	251	SI	15,24	SI	SI
63	253	SI	20,32	SI	SI
64	250,4	SI	25,4	SI	SI
65	253	SI	20,32	SI	SI
66	251,8	SI	15,24	SI	SI
67	249	SI	12,7	SI	SI
68	254	SI	20,32	SI	SI
69	252,6	SI	12,7	SI	SI
70	256	SI	15,24	SI	SI
71	253,2	SI	22,86	SI	SI
72	250	SI	20,32	SI	SI
73	251	SI	17,78	SI	SI
74	252	SI	12,7	SI	SI
75	250,5	SI	20,32	SI	SI
76	252,2	SI	17,78	SI	SI
77	253	SI	20,32	SI	SI
78	252	SI	25,4	SI	SI
79	250	SI	15,24	SI	SI
80	251	SI	25,4	SI	SI
81	250	SI	17,78	SI	SI
LOTE APROBADO					NO

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°48: Dimensiones promedio de troncos del lote de junio

Diámetro promedio	18,9402469
Largo promedio	251,906173

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°49: Porcentaje de merma de lote de troncos de junio

1 Tronco (m3)	70974
Total madera (m3)	14194855
1 parihuela (m3)	31500
Total madera óptima utilizable (m3)	11061961
Total parihuelas óptimas (unds)	351
Total de parihuelas reales (unds)	319
Parihuelas dejadas de producir (unds)	32
Total madera utilizada (m3)	10048500
Merma (%)	29,21%

Fuente: Elaboración propia

Se determinó que el lote que no debió ser aceptado, en este caso el del mes de junio, presentó un porcentaje de merma de 29.21%. Por lo tanto, un lote que no cumple las especificaciones va generar un mayor porcentaje de merma, y a su vez provocará una pérdida promedio mensual de S/.2,726.24.

Tabla N°50: Costo de falta de estandarización de la materia prima

	Lote aceptado	Lote aceptado	Lote no aceptado
	Abril	Mayo	Junio
Merma (%)	22.89%	28.74%	29.21%
Merma (S/.)	S/. 2,288.53	S/. 2,874.06	S/. 2,921.03
Promedio	S/. 2,581.29		S/. 2,921.03
Pérdida promedio por lote	S/.339.73		
Pérdida mensual	S/.2,717.86		

Fuente: Elaboración propia

Criterio N° 04: Medio Ambiente

- **Problema: Exposición a humedad ambiental**

Por ser las parihuelas de madera estas son afectadas por el nivel de humedad de 82% que existe en el medio ambiente de la empresa, este que provoca que estas tengan presencia de hongos, lo que las convierte en un producto no conforme. Es por ello que para eliminar esta falla lo que la empresa hace es lijar dichas parihuelas afectadas por la humedad y esto genera costos de reproceso. Sin embargo, es algo que deben hacer de lo contrario el producto será rechazado.

- **Costos del problema:**

Como mencionamos anteriormente los costos en los que incurre la empresa a causa de la humedad se dan a causa el reproceso de lijado. Siendo 0.7% el índice promedio mensual de parihuelas con presencia de hongos los costos mensuales serían de S/. 108.04 ya que el costo de reproceso de lijado es de S/. 2.14 por parihuela.

Tabla N°51: Costo de exposición a la humedad ambiental

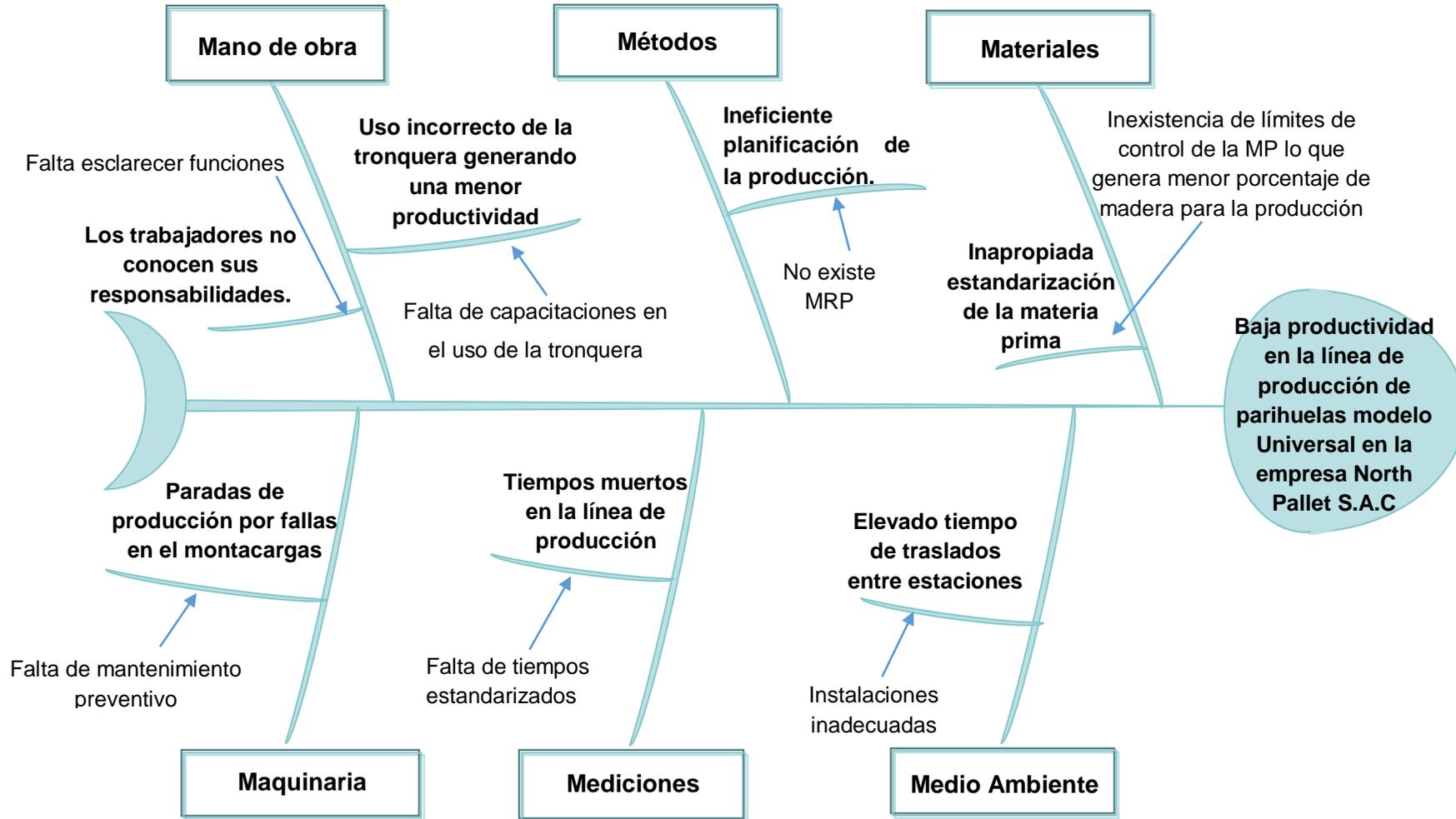
AÑO 2016					
MES	PRODUCIDO	HONGEADO	%HONGUEADO	VENDIDO	REPROCESO
ENERO	6012	10	0.17%	6002	S/. 21.41
FEBRERO	4995	20	0.40%	4975	S/. 42.82
MARZO	7323	28	0.38%	7295	S/. 59.95
ABRIL	4860	25	0.51%	4835	S/. 53.53
MAYO	1456	37	2.54%	1419	S/. 79.22
JUNIO	4799	19	0.40%	4780	S/. 40.68
JULIO	2804	29	1.03%	2775	S/. 62.09
AGOSTO	4606	37	0.80%	4569	S/. 79.22
SETIEMBRE	6150	28	0.46%	6122	S/. 59.95
OCTUBRE	6201	32	0.52%	6169	S/. 68.51
NOVIEMBRE	6252	27	0.43%	6225	S/. 57.81
DICIEMBRE	3892	36	0.93%	3856	S/. 77.08
TOTAL	59350	328	0.55%	59022	S/. 702.26
PROMEDIO	9131	50	0.70%	9080	S/. 108.04

Fuente: Elaboración propia

3.3 Identificación del problema e indicadores actuales

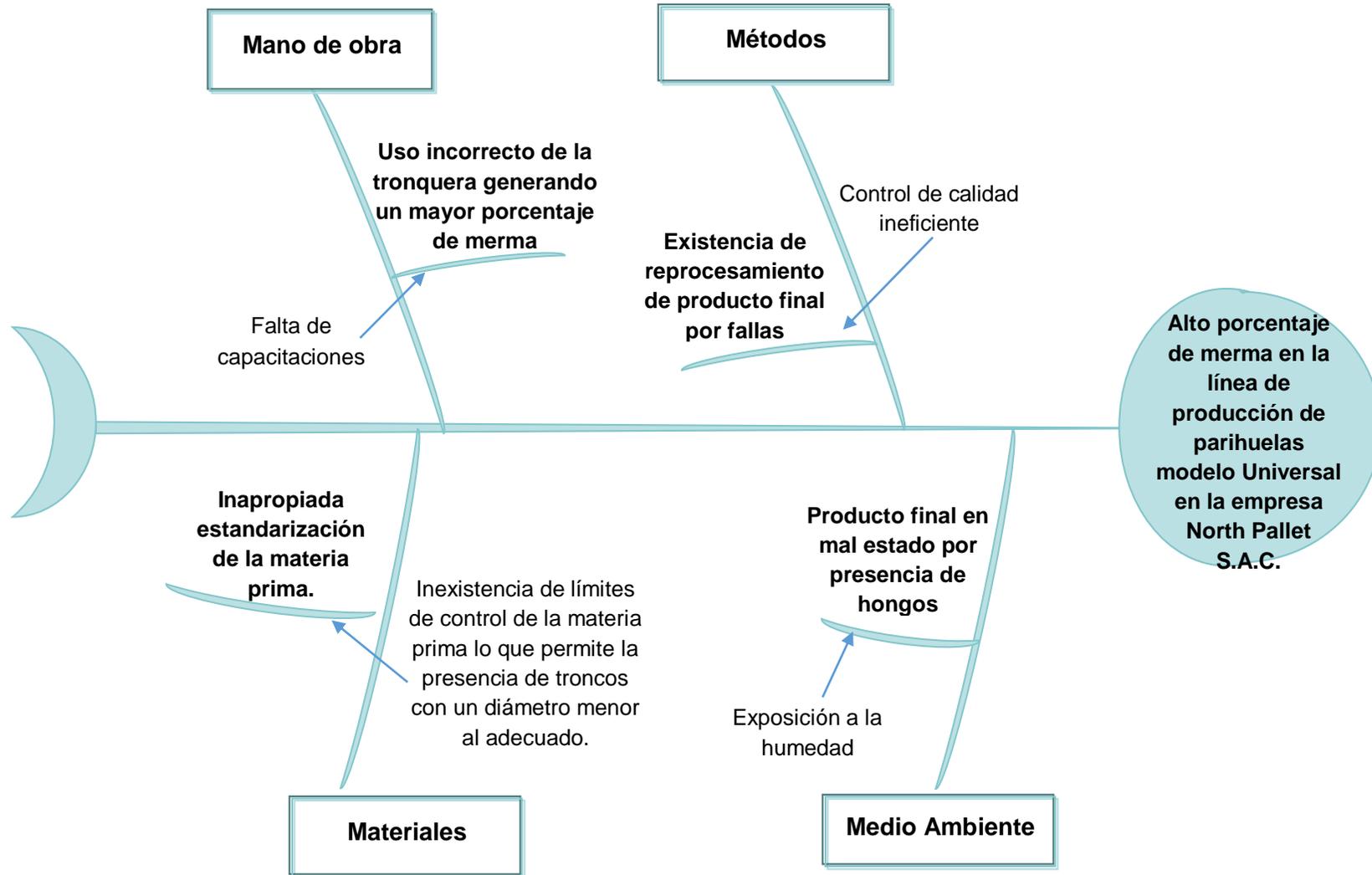
A. Diagrama de Ishikawa

Diagrama N° 22: Diagrama de causa-efecto área de Producción



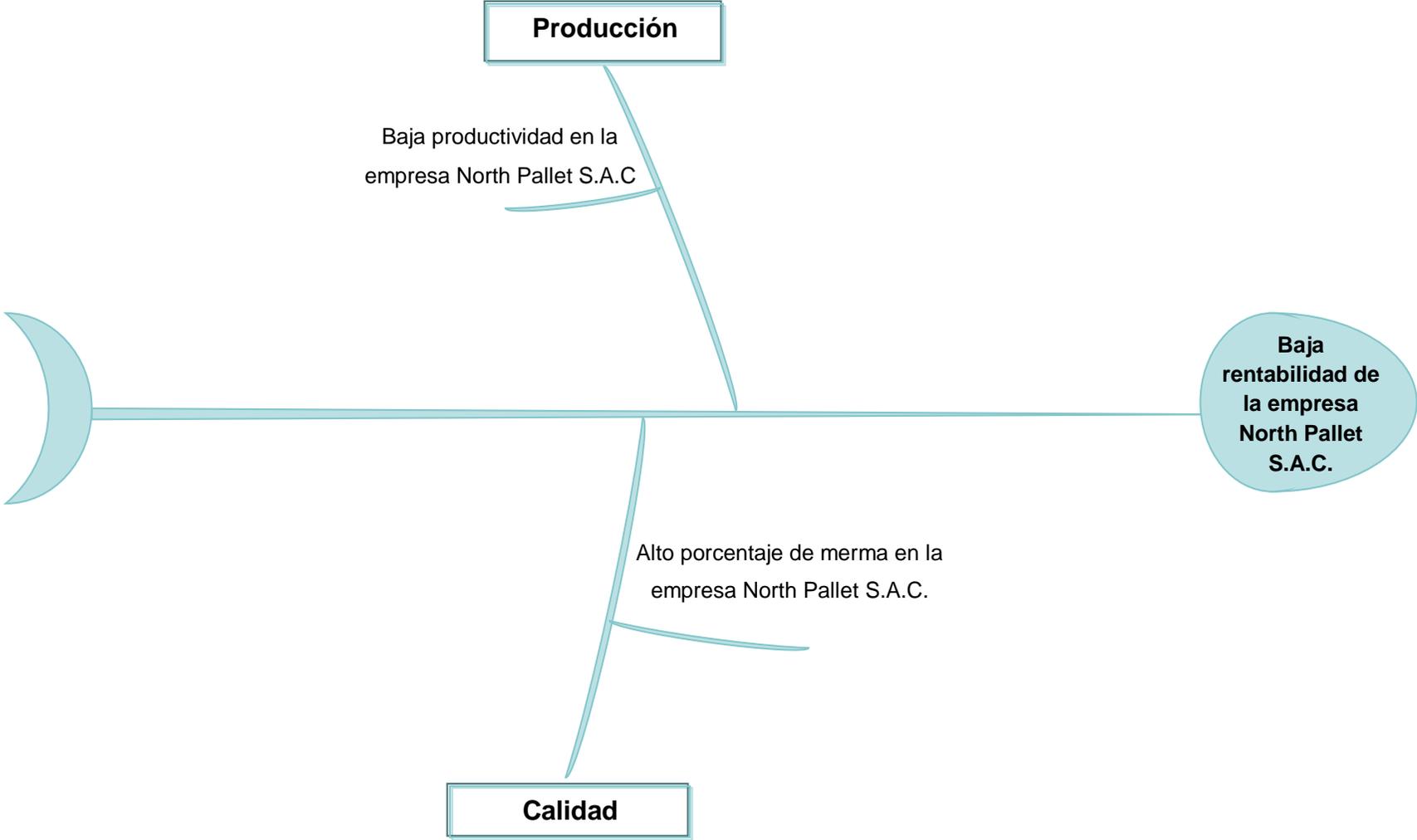
Fuente: Elaboración propia

Diagrama N° 23: Diagrama de causa-efecto área de Calidad



Fuente: Elaboración propia

Diagrama N° 24: Diagrama de causa-efecto integrado



Fuente: Elaboración propia

Resumen del diagnóstico

Luego de haber analizado cada una de las causas que originan pérdida en la empresa, hemos obtenido los siguientes costos mensuales en las áreas de producción y calidad:

Tabla N°52: Resumen de costos del diagnóstico

CAUSAS RAÍCES	Costo Mensual	% Relativo	% Acumulado
Falta de capacitación en uso de tronquera - Producción	S/. 9,470.06	30.03%	30.03%
Falta de capacitación en uso de tronquera - Calidad	S/. 7,653.92	24.27%	54.31%
Instalaciones inadecuadas - Producción	S/. 4,218.71	13.38%	67.69%
Falta de estandarización de la materia prima - Calidad	S/. 2,717.86	8.62%	76.31%
No existe MRP - Producción	S/. 1,610.86	5.11%	81.42%
Falta esclarecer funciones - Producción	S/. 1,608.51	5.10%	86.52%
Falta de tiempos estandarizados - Producción	S/. 1,314.69	4.17%	90.69%
Falta de mantenimiento preventivo - Producción	S/. 1,047.74	3.32%	94.01%
Falta estandarización de la MP - Producción	S/. 910.75	2.89%	96.90%
Falta de control de calidad - Calidad	S/. 869.34	2.76%	99.66%
Exposición a la humedad - Calidad	S/. 108.04	0.34%	100.00%

S/. 31,530.49

Fuente: Elaboración propia

Gracias al Diagrama N° 25 que se muestra en la siguiente hoja, podemos darnos cuenta de una manera más gráfica sobre cuáles son las causas raíces vitales que están generando más costos para la empresa y por lo tanto que se deben solucionar para incrementar la rentabilidad de la empresa que finalmente es el objetivo general de nuestra propuesta.

Por tal motivo, como se puede observar en el diagrama de Pareto, el 80% de las causas corresponde a 2 causas de producción y 2 causas de calidad; sin embargo, por decisión de los autores se ha decidido proponer mejora para una causa raíz más de cada área por lo que las mejoras serán para:

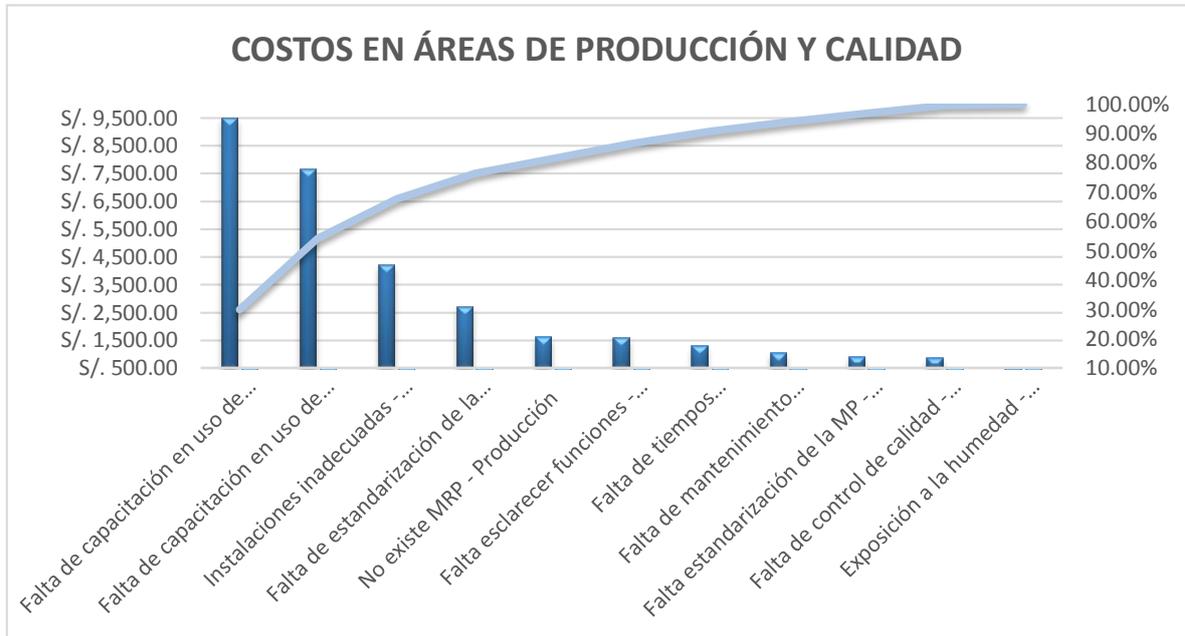
Producción:

- Falta de capacitación en el uso de tronquera
- Instalaciones inadecuadas
- No existe MRP

Calidad

- Falta de capacitación en el uso de tronquera
- Falta estandarización de la materia prima
- Falta de control de calidad - Calidad

Diagrama N°25: Diagrama de Pareto sobre costos en las áreas de Producción y Calidad



Fuente: Elaboración propia

Matriz de indicadores:

Tabla N°53: Matriz de indicadores

Área	Causa raíz	Indicador	Fórmula	Actual	Meta	Herramienta
Producción	Falta de capacitación en el uso de la máquina tronquera	Diferencia en porcentaje de material útil obtenido en tronquera.	$\% \Delta Mu = \frac{Mu_1 - Mu_0}{Mu_0} \times 100$	- 75%	- 81%	- Plan de capacitación - Evaluación de desempeño
		Variación en porcentaje del costo de oportunidad.	$\% \Delta Cop = \frac{Cop_1 - Cop_0}{Cop_0} \times 100$	- S/. 9,470.06	- S/. 4,882.31	
	No existe MRP	Diferencia en porcentaje de parihuelas tercerizadas.	$\% \Delta Pt = \frac{Pt_1 - Pt_0}{Pt_0} \times 100$	- 6.96%	- 5.5%	- MRP - SRM - CRM
		Porcentaje de utilidad al reducir costos de tercerización	$\% \Delta Cppt = \frac{Cppt - Cppt_0}{Cppt_0} \times 100$	- S/. 1,610.86	- S/. 932.79	
	Instalaciones Inadecuadas	Variación en tiempos de traslado entre áreas.	$\% \Delta Tt = \frac{Tt_1 - Tt_0}{Tt_0} \times 100$	- 11.07 min.	- 5.79 min.	- 5s - Balance de Línea - Layout

Área	Causa raíz	Indicador	Fórmula	Actual	Meta	Herramienta
Calidad	Falta de capacitación en el uso de la máquina tronquera	Variación de porcentaje de merma.	$\% \Delta \text{ de Merma} = \left(\frac{M_1 - M_0}{M_0} \right) \times 100$	- 28.44%	- 23.46%.	- Plan de capacitación - Evaluación de desempeño
	Falta de control de calidad	Capacidad potencial de los procesos de armado y tratamiento térmico	$C_p = \frac{ES - VN}{DESVEST \times 6} > 1.33$	- Armado: 0,83 - Tratamiento térmico: 0,5	- Armado: 1,60 - Tratamiento térmico: 1,4	- Gestión de la calidad
		Capacidad real de los procesos de armado y tratamiento térmico	$C_{pk} = \min \left(\frac{\bar{M} - VN}{DESVEST \times 3} \right); \left(\frac{ES - \bar{M}}{DESVEST \times 3} \right) > 1$	- Armado 0,01. - Tratamiento térmico: 0,3.	- Armado: 1,60. - Tratamiento térmico: 1,2.	
	Falta de estandarización de la materia prima	Porcentaje de causas asignables	$\% CA = \frac{CA}{TCV} \times 100$	- 6,3%	- 0%	
		Variación de porcentaje de merma.	$\% \Delta \text{ de Merma} = \left(\frac{M_1 - M_0}{M_0} \right) \times 100$	- 26,48%	- 22,98%	

CAPÍTULO 4

SOLUCIÓN

PROPUESTA

4.1 Metodologías utilizadas:

A. Gestión de personal:

Esta metodología requiere de dos técnicas que utilizaremos las cuales son: plan de capacitación y evaluación de desempeño. Además, esta metodología nos ayudará a reducir los costos generados por la falta de capacitación en el uso de la máquina tronquera que se presenta en ambas áreas estudiadas del presente proyecto.

PASO 1 - Análisis de la situación

Se van a determinar las necesidades de capacitación. Para ello es necesario investigar todos los hechos observables que sean generadores de causas por las cuales los trabajadores no ejecutan con éxito sus labores, o incurrir en accidentes.

La evaluación de necesidades comienza con un análisis de la organización. El análisis de personas se emplea para identificar quiénes necesitan capacitación. Los gerentes y empleados de recursos humanos deben permanecer alerta al tipo de capacitación que se requiere; cuándo se necesita; quiénes los precisan; y qué métodos son mejores para dar a los empleados las capacidades necesarias. Para esto, previamente se tuvo que definir los puestos de cada trabajador. Por lo que se desarrollaron perfiles de puesto para cada trabajador de la empresa. (Ver Anexo N°03)

Una vez hecho el diagnóstico para el plan de capacitación, sigue la elección y prescripción de los medios de capacitación, con el objeto de satisfacer las necesidades de capacitación. Se procede a determinar los elementos principales del plan de capacitación:

- A quién debe capacitarse: Empleado, trabajador, gerente
 - Quién será el capacitador: Facilitador, asesor...
 - Acerca de qué capacitar: Tema o contenido del programa.
 - Dónde capacitar: Lugar físico, organismo o entidad.
 - Cómo capacitar: Métodos de capacitación y recursos necesarios.
 - Cuándo capacitar: Periodo de capacitación y horario.
 - Cuánto capacitar: Duración de la capacitación, intensidad.
- Para qué entrenar: Objeto o resultados esperados.

PASO 2 - Diseño del plan de capacitación

Tabla N°54: Plan de capacitación

PLAN DE CAPACITACIONES							Código:		
							Revisado:	Versión:	
							Aprobado:	Fecha:	
CAPACITACIÓN				EFICACIA DE LA CAPACITACIÓN					
A	EVALUAR EL NIVEL DE COMPETENCIA / EL PERFIL			3	CAPACITACIÓN EFICAZ, TODOS APLICAN				
B	MEJORA DE LOS SERVICIOS Y/O PROCESOS /			2	CAPACITACIÓN MEDIANAMENTE EFICAZ, SOLO				
C	INGRESO DE NUEVO PERSONAL			1	CAPACITACIÓN INEFICAZ, NO APLICAN EFICAZMENTE				
D	OBJETIVOS DE LA CALIDAD								
(*) Si la eficacia de la capacitación tuvo como resultado una puntuación de 1 o 2 se requerirá tomar acc									
REQUERIMIENTO				REALIZACIÓN		EVALUACIÓN			
CAPACITACIÓN REQUERIDA	FECHA PROGRAMADA	DIRIGIDA A	SUSTENTO DE LA NECESIDAD	DURACIÓN (HORAS)	FECHA DE CAPACITACIÓN	EFICACIA	OBSERVACIONES / ACCIONES A TOMAR (*)	FECHA DE EVALUACIÓN	EVALUADO POR
USO DE LA TRONQUERA (PARTE 1)	09/12/2017	OPERARIOS	A	1	06/01/2018	3	-	13/01/2018	OPERARIO MÁS CAPACITADO EN EL USO DE LA TRONQUERA
USO DE LA TRONQUERA (PARTE 2)	09/12/2017	OPERARIOS	A	1	20/01/2018	3	-	27/01/2018	OPERARIO MÁS CAPACITADO EN EL USO DE LA TRONQUERA
5S	09/12/2017	OPERARIOS	B	1	03/02/2018	3	-	10/02/2018	SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN
LEAN MANUFACTURING	09/12/2017	OPERARIOS	B	1	17/02/2018	3	-	24/02/2018	SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN
ESPECIFICACIONES Y CONTROL DE MATERIA PRIMA	09/12/2017	OPERARIOS	B	1	03/03/2018	3	-	10/03/2018	ASISTENTE DE CALIDAD
CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD EN LA ESTACIÓN DE ARMADO Y SECADO	09/12/2017	OPERARIOS	B	1	24/03/2018	3	-	31/03/2018	ASISTENTE DE CALIDAD

Fuente: Elaboración propia

PASO 3: Implementar el plan de capacitación

Tener en cuenta la adecuación del plan de capacitación a las necesidades de la organización.

- Calidad del material de capacitación.
- Cooperación del personal de la empresa.
- Calidad y preparación de los instructores.
- Calidad de los aprendices.

Se ha determinado que al no haber recibido ningún tipo de capacitación por tanto tiempo, las capacitaciones tanto del uso de la tronquera la cual servirá para una mejora en el área de producción y calidad, como las capacitaciones de lean manufacturing y 5S se deben realizar de manera bimestral empezando unas en el mes de enero y las siguientes en febrero para que así los operarios se sientan capacitados constantemente. Para ello se requieren de personas que se encuentren preparadas para dicha capacitación.

PASO 4: Evaluación del plan de capacitación

Se podrá estimar el logro de los objetivos propuestos y retroalimentar el proceso.

Existen cuatro criterios básicos para evaluar la capacitación:

- Reacciones: Los participantes felices tienen más probabilidades de enfocarse en los principios de capacitación y utilizar la información en su trabajo.
- Aprendizaje: Probar el conocimiento y las habilidades antes de un programa de capacitación proporciona un parámetro básico sobre los participantes, que pueden medirse de nuevo después de la capacitación para determinar las mejoras.
- Comportamiento: El comportamiento de los participantes no cambia una vez que regresan al puesto. La transferencia de la capacitación es una implantación efectiva de principios aprendidos sobre los que se requiere en el puesto.
- Resultados: Con relación a los criterios de resultados, se piensa en términos de la utilidad de los programas de capacitación.

Para realizar una evaluación adecuada se debe realizar una evaluación de desempeño. (Ver Anexo N°04)

En ésta se examinan los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de la cuota de trabajo.
- Habilidad demostrada en realización del trabajo.
- Dominio de la técnica necesaria.
- Interés demostrado en el trabajo.
- Uso de elementos, materiales máquinas de trabajo, etc.

Mejora en el área de producción

Luego de aplicar el plan de capacitación en ambas áreas, de producción y calidad, podemos concluir que el porcentaje de aprovechamiento de la madera de un porcentaje de 78% que incluye a los empleados que llevan muchos más años de experiencia trabajando con la maquinaria y personal que tiene menos experiencia, incrementaría a un porcentaje promedio de 81% como lo pudimos ver también en el diagnóstico de dicha causa.

Por lo tanto el costo orientado a la productividad incrementa de 3.13 a 3.25 parihuelas por tronco a lo que costearlo obtenemos un reducido a:

Tabla N°55: Costo recuperado por aplicar Gestión de personal

Costo reducido	S/. 1.11
Costo mensual	S/. 4,882.31

Fuente: Elaboración propia

Mejora en el área de calidad

Para un aprovechamiento de la madera de 78%, el porcentaje de merma es de 28.44%. Sin embargo, como se espera que con la capacitación el porcentaje promedio de aprovechamiento sea de 81%, se evaluó la muestra anterior en base a ese escenario, dando como resultado un porcentaje de merma del 23.46%.

Tabla N°56: Comparación de porcentaje de merma

	Merma	Merma (Simulación)	UND
Volumen total	6,936,234.88	6,936,234.88	cm3
Volumen aprovechado	5,400,355.99	5,618,350.25	cm3
Merma	1,535,878.89	1,317,884.63	cm3
Merma (%)	28.44%	23.46%	%

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se llegó a la conclusión de que el costo recuperado por capacitar a los trabajadores de la empresa sería de **S/: 3,986.83** mensuales.

PASO 5: Seguimiento del proceso

Como parte del proceso evaluador se considera necesario llevar a cabo el seguimiento, el cual implica conocer los resultados y su repercusión en el ambiente de la organización. El plan de capacitación contemplará acciones de monitoreo y seguimiento, no sólo con respecto a los aspectos logísticos sino a la organización y planeación de reuniones orientadas a verificar el impacto que ha logrado la capacitación en el incremento de la productividad, verificar la pertinencia metodológica y pedagógica con relación a la transferencia del aprendizaje a los puestos de trabajo.

B. Lean Manufacturing (5s, balance de línea, distribución de planta)

Como se había mencionado en las causas del problema de distribución de planta e instalaciones inadecuadas es que el orden y limpieza de la planta así como las mermas colocadas en el lugar equivocado y otros factores afectan la accesibilidad que se tiene entre estaciones lo que dificultan el paso del montacargas y/o de los trabajadores hacia los diferentes puntos haciendo que los mismos hagan recorridos innecesarios y que a la vez se pierda tiempos por traslados.

Es así como se ha planteado la idea de aplicar la metodología de 5S para reestructurar la planta por lo que se hicieron unos formatos Check list que ayuden al personal a mantener sus áreas limpias y con la mayor libertad de basura y mermas que no colaboren con la producción. Esos formatos son los adjuntos que hacen referencia a cada una de las 5S:

1. SEIRI:

El objetivo principal de este check list es identificar en el espacio de trabajo lo que no sea útil y que además esté perjudicando a realizar las actividades para obtener el producto final.

Tal como se puede ver en el check list que corresponde a la tabla N°58, es necesario reparar un hueco en el piso, el cual se encuentra exactamente en medio del camino por donde circula el montacargas lo que dificulta su desplazamiento y puede causar algún accidente (Ver Imagen N°07). Para reparar los daños en el piso serán necesarios cemento y arena.

Imagen N°07: Huevo en el piso del área de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°57: 5S- SEIRI

ITEM	SI	NO	OBSERVACIONES
Seiri (Clasificación y Descarte)			
¿Qué debemos tirar?			
Parihuelas		X	
Listones		X	
Tacos		X	
Clavos		X	
Merma		X	
Aserrin		X	
Herramientas		X	
¿Qué debe ser guardado?			
Parihuelas	X		
Listones	X		
Tacos	X		
Clavos	X		
Merma	X		La merma será reutilizada
Aserrin	X		
Herramientas	X		
¿Qué puede ser útil para otras personas u otro departamento?			
Parihuelas		X	
Listones		X	
Tacos		X	
Clavos		X	
Merma	X		Merma usada como combustible
Aserrin	X		Para el área comercial
Herramientas		X	

¿Qué deberíamos reparar?			
Parihuelas		X	
Listones		X	
Tacos		X	
Clavos		X	
Merma		X	
Aserrin		X	
Herramientas		X	
Pisos dañados	X		Reparar le agujero en el suelo
¿Qué debemos vender?			
Parihuelas	X		Es el producto final
Listones		X	
Tacos		X	
Clavos		X	
Merma		X	
Aserrin	X		Producto resultante durante el proceso productivo
Herramientas		X	
Pisos dañados		X	

Fuente: Elaboración propia

2. SEITON:

Luego de haber identificado cuales son los elementos que no son necesarios y clasificarlos según prioridad, el check list SEITON nos permitirá organizar de manera adecuada cada elemento con el objetivo de que cada cosa tenga un único y exclusivo lugar. Como se explicó en el diagnóstico, las áreas de trabajo no están bien definidas y por dicha razón, los insumos y herramientas no siempre se encuentran donde les corresponde.

Para esta etapa será necesarios un estante de metal en donde se pueda organizar los materiales como clavos, lijas, martillo, la pistola de clavos, sellos entre otros elementos que requieran un espacio de fácil acceso y casilleros para los operarios para evitar que dejen sus cosas cerca a las áreas de producción. Esta será una inversión en el periodo cero puesto que se requieren al inicio de las actividades.

Tabla N°58: 5S- SEITON

ITEM	SI	NO	OBSERVACIONES
SEITON (Organización)			
¿Es posible reducir el stock de esto?			
Parihuelas		X	Para cubrir pedidos extras
Listones		X	
Tacos		X	
Clavos		X	
Merma	X		Optimizando el uso de materia prima
Aserrin	X		Optimizando el uso de materia prima
Herramientas		X	
¿Esto es necesario que esté a mano?			
Parihuelas		X	
Listones	X		
Tacos	X		
Clavos	X		
Merma		X	
Aserrin		X	
Herramientas	X		
¿Todos llamaremos a esto con el mismo nombre?			
Parihuelas	X		
Listones	X		
Tacos	X		
Clavos	X		
Merma	X		
Aserrin	X		
Herramientas		X	
¿Cuál es el mejor lugar para cada cosa?			
Parihuelas			Almacén de producto terminado
Listones			Almacén de piso
Tacos			Almacén de piso
Clavos			Almacén del área de armado
Merma			Almacén de merma
Aserrin			Almacén de merma
Herramientas			Almacén del área de armado

Fuente: Elaboración propia

3. SEISO:

La limpieza debe integrarse en la organización como una política de ser parte del trabajo diario ya que es necesario trabajar en un lugar fuera de suciedad que puede causar enfermedades y/o accidentes para cualquiera de los colaboradores por lo que después del check list se creyó

conveniente que debe existir un horario de limpieza intercalado entre los operarios que en ella trabajan.

Para ello es necesario hacer la compra de escobas y recogedores necesarios para la adecuada limpieza de las áreas en donde más se requiere la limpieza.

Tabla N°59: 5S- SEISO

ITEM	SI	NO	OBSERVACIONES
SEISO (Limpieza)			
¿Cree que realmente puede considerarse como “Limpio”?			
Área de almacén de materia prima		X	
Tronquera		X	
Tableadora		X	
Despuntadora		X	
Corta tacos		X	
Armado		X	
Área de secado	X		
Área de almacén de producto terminado	X		
¿Cómo cree que podría mantenerlo Limpio siempre?			
Área de almacén de materia prima			Teniendo un horario de limpieza diario
Tronquera			Teniendo un horario de limpieza diario
Tableadora			Teniendo un horario de limpieza diario
Despuntadora			Teniendo un horario de limpieza diario
Corta tacos			Teniendo un horario de limpieza diario
Armado			Teniendo un horario de limpieza diario
Área de secado			
Área de almacén de producto terminado			
¿Qué utensilios, tiempo o recursos necesitaría para ello?			
Área de almacén de materia prima			Escoba, recogedor, 3 veces al día por turnos
Tronquera			Escoba, recogedor, 3 veces al día por turnos
Tableadora			Escoba, recogedor, 3 veces al día por turnos
Despuntadora			Escoba, recogedor, 3 veces al día por turnos
Corta tacos			Escoba, recogedor, 3 veces al día por turnos
Armado			Escoba, recogedor, 3 veces al día por turnos
Área de secado			

Área de almacén de producto terminado			
¿Qué cree que mejoraría el grado de Limpieza?			
Área de almacén de materia prima			Rapidez en movimiento de materia prima
Tronquera			Aumentar la vida útil de la máquina
Tableadora			Aumentar la vida útil de la máquina
Despuntadora			Aumentar la vida útil de la máquina
Corta tacos			Aumentar la vida útil de la máquina
Armado			Aumentar la vida útil de la máquina
Área de secado			Mejora de la imagen interna de la empresa
Área de almacén de producto terminado			Mejora de la imagen interna de la empresa

Fuente: Elaboración propia

4. SEIKETSU

Luego de haber logrado clasificar los materiales innecesarios en la planta de producción, haber organizado cada uno de los elementos en su lugar y lograr la cultura de limpieza en las áreas de trabajo, es necesario que cualquier persona externa pueda entender cada uno de los pasos por lo que es necesario colocar los carteles y anuncios que faciliten el comportamiento apegado a los estándares ya establecidos.

Se tendrán que adquirir letreros que identifiquen cada una de las áreas de trabajo en la empresa.

Tabla N°60: 5S- SEIKETSU

ITEM	SI	NO	OBSERVACIONES
SEIKETSU (Higiene y Visualización)			
¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias, procedimientos cree que faltan?			
Área de almacén de materia prima			Procedimientos de seguridad industrial y horario de limpieza
Tronquera			Procedimientos de seguridad industrial y horario de limpieza
Tableadora			Procedimientos de seguridad industrial y horario de limpieza
Despuntadora			Procedimientos de seguridad industrial y horario de limpieza
Corta tacos			Procedimientos de seguridad industrial y horario de limpieza
Armado			Procedimientos de seguridad industrial y horario de limpieza
Área de secado			Procedimientos de seguridad industrial

Área de almacén de producto terminado			Procedimientos de seguridad industrial
¿Los que ya existen son adecuados? ¿Proporcionan seguridad e higiene?			
Área de almacén de materia prima			No existen procedimientos
Tronquera			No existen procedimientos
Tableadora			No existen procedimientos
Despuntadora			No existen procedimientos
Corta tacos			No existen procedimientos
Armado			No existen procedimientos
Área de secado			No existen procedimientos
Área de almacén de producto terminado			No existen procedimientos
En general ¿Calificaría su entorno de trabajo como motivador y confortable?			
Área de almacén de materia prima			
Tronquera		X	
Tableadora		X	
Despuntadora		X	
Corta tacos		X	
Armado		X	
Área de secado			
Área de almacén de producto terminado			
En caso negativo ¿Cómo podría colaborar para que si lo fuera?			
Área de almacén de materia prima			
Tronquera			Capacitación y señalización de procedimientos
Tableadora			Capacitación y señalización de procedimientos
Despuntadora			Capacitación y señalización de procedimientos
Corta tacos			Capacitación y señalización de procedimientos
Armado			Capacitación y señalización de procedimientos

Área de secado			
Área de almacén de producto terminado			

Fuente: Elaboración propia

5. SHITSUKE:

Esta última S no es más que mantener el orden y ser disciplinados en lo que se ha implantado, que cada uno de los colaboradores de la empresa se comprometan con cumplir lo estipulado, mantenerse mejorando y sobre todo que se convierta en una buena práctica. Para ello se ha planificado un plan bimestral de capacitación en 5S hasta lograr que los trabajadores se hayan comprometido.

Una vez realizado el Check list fue necesario también balancear nuestra línea de producción para lo que se utilizó la metodología de balance de línea:

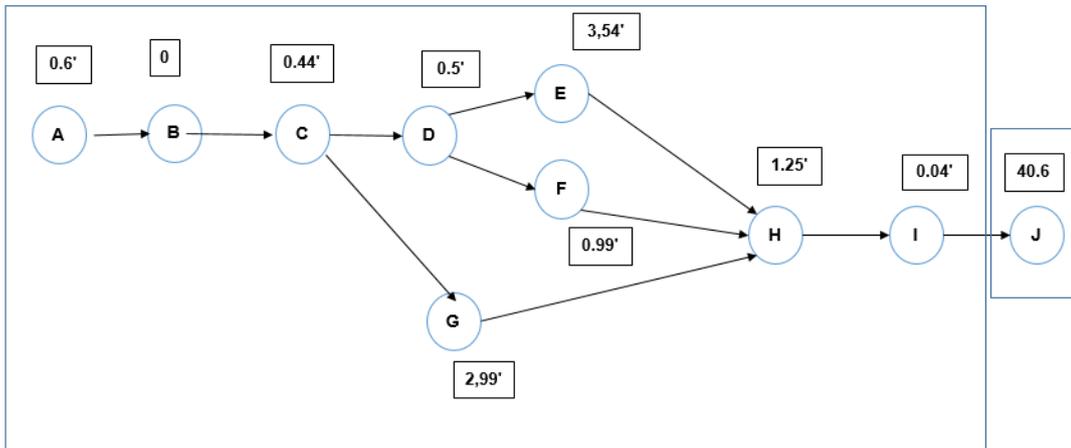
Tabla N°61: Matriz tabla de precedencias

ELEMENTO DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MIN)	PREDECESORES INMEDIATOS
A	Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en tablones	0.60	-
B	Cortar tablones en la tableadora en listones de 10 cm de ancho	0.42	A
C	Cortar tablones en la tableadora en listones de 8 cm de ancho	0.44	B
D	Cortar tablones en la tableadora en listones de 1.5 cm de ancho	0.50	C
E	Cortar tablas en tamaños de 120 cm de largo	3.54	D
F	Cortar tablas en tamaños de 100 cm de largo	0.99	D
G	Cortar los listones en tacos en la máquina corta tacos	2.99	C
H	Armado de parihuela con ayuda de pistola neumática para clavar las piezas	1.25	E,F,G
I	Realizar pirograbado en las parihuelas con ayuda de sellos al fuego	0.04	H
J	Exponer las parihuelas a 56 °C dentro de la cámara de tratamiento térmico	40.62	I
TOTAL		51.40	

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo de ciclo del proceso: 40.62
- N° de estaciones: 2
- Eficiencia de la línea: 63%

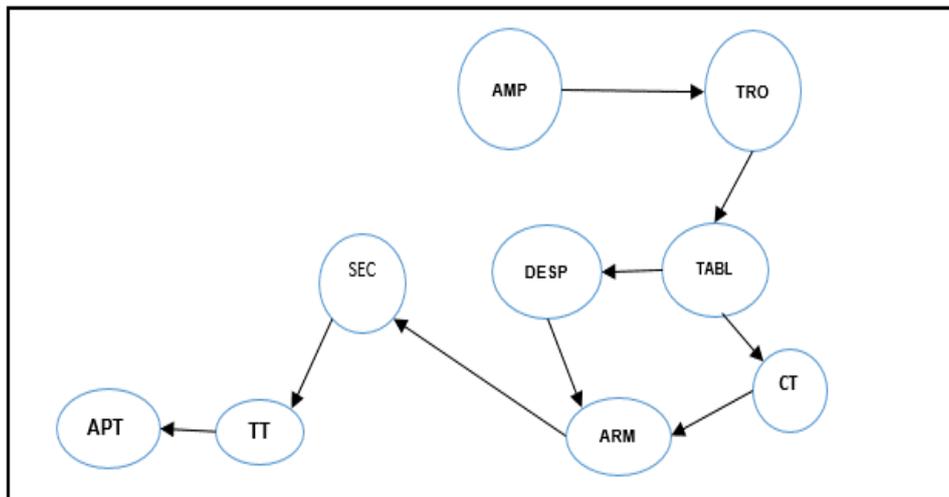
Diagrama N° 26: Balance de línea



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, como ya se habían mencionado en el coste de las causas con el fin de reducir el factor carga distancia y distribuir la planta con el objetivo de estar orientado al producto. Se propone el siguiente esquema de Layout.

Diagrama N°27: Distribución de planta



Fuente: Elaboración propia

A lo que el costo por tiempos perdido en traslados se ve reducido en un casi 50% por lo que el ahorro para la empresa por trasladarse con cada vez menos tiempos entre estaciones se reduce en: S/. 4,218.71.

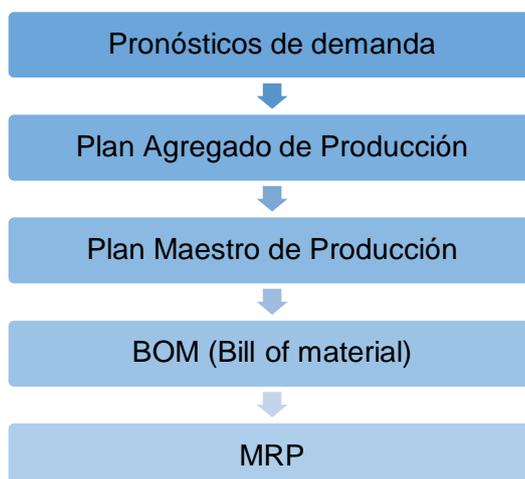
C. Material Requirements Planning

Una vez identificado el problema de la falta de planificación de la producción y de los costos que dicha falta origina, se procede a generar un procedimiento sistemático de planificación de componentes de fabricación con el fin de gestionar la demanda y programar de manera eficiente los pedidos de

reabastecimiento para así cumplir con la demanda y no tener que hacer uso de empresas terceras para lograr cumplir nuestra meta de producción.

Es por esta razón que se deben realizar las siguientes técnicas y en el respectivo orden:

Diagrama N°28: Técnicas MRP



Fuente: Ingeniería Industrial online

Antes de comenzar las operaciones de cálculo, se realizó un Pareto con los modelos de parihuelas que la empresa fabrica para lo que arrojó que 7 de los 18 modelos son los que tuvieron mayor rotación a nivel del año 2016 por lo que se decidió trabajar con los modelos que se ven reflejados en el cuadro a continuación:

Tabla N°62: ABC de modelos de parihuelas

NORMAL	14403	27.35%	27.35%	A
GMA	7410	14.07%	41.42%	A
FRESCO	5857	11.12%	52.54%	A
LISTÓN	5312	10.09%	62.63%	A
A-10	3654	6.94%	69.56%	A
MARÍTIMA	2774	5.27%	74.83%	A
CHEP	2519	4.78%	79.61%	A
UVA	2259	4.29%	83.90%	B
TABLAS	2000	3.80%	87.70%	B
7 TABLAS	1548	2.94%	90.64%	B
EURO	1437	2.73%	93.37%	B
REY	1017	1.93%	95.30%	C
TARIMA	918	1.74%	97.04%	C
20 ONZAS	589	1.12%	98.16%	C
TACO	523	0.99%	99.16%	C
SOUTH	205	0.39%	99.54%	C
CHICAS	180	0.34%	99.89%	C
GRANDES	60	0.11%	100.00%	
TOTAL	52665			

Fuente: Elaboración propia

PASO 1: Pronóstico de la demanda

Para pronosticar la demanda del siguiente año al de la data; es decir, la del 2017 se han utilizado 4 pronósticos: Promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavizado exponencial y regresión lineal.

- **Promedio móvil simple:**

Tabla N°63 Cuadro promedio móvil simple (3 meses)

MES	VENTAS (Y)	PRONÓSTICOS	ERROR DE PRONÓSTICOS	ERROR ACUMULADO	ERROR ABSOLUTO	ERROR ACUMULADO ABSOLUTO	MAD	SEÑAL DE RASTREO
ENERO	5,368							
FEBRERO	4,500							
MARZO	6,424							
ABRIL	4,301	5,430.67	- 1,129.67	- 1,129.67	1,129.67	1,129.67	1,129.67	- 1.00
MAYO	1,266	5,075.00	- 3,809.00	- 4,938.67	3,809.00	4,938.67	2,469.33	- 0.50
JUNIO	4,173	3,997.00	176.00	- 4,762.67	176.00	5,114.67	1,704.89	- 0.36
JULIO	2,549	3,246.67	- 697.67	- 5,460.33	697.67	5,812.33	1,453.08	- 0.27
AGOSTO	4,076	2,662.67	1,413.33	- 4,047.00	1,413.33	7,225.67	1,445.13	- 0.36
SETIEMBRE	5,395	3,599.33	1,795.67	- 2,251.33	1,795.67	9,021.33	1,503.56	- 0.67
OCTUBRE	5,537	4,006.67	1,530.33	- 721.00	1,530.33	10,551.67	1,507.38	- 2.09
NOVIEMBRE	5,632	5,002.67	629.33	- 91.67	629.33	11,181.00	1,397.63	- 15.25
DICIEMBRE	3,444	5,521.33	- 2,077.33	- 2,169.00	2,077.33	13,258.33	1,473.15	- 0.68

Fuente: Elaboración propia

Diagrama N°29: Promedio móvil simple (3 meses)



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°64: Cuadro promedio móvil simple (6 meses)

MES	VENTAS (Y)	PRONÓSTICOS	ERROR DE PRONÓSTICOS	ERROR ACUMULADO	ERROR ABSOLUTO	ERROR ABSOLUTO ACUMULADO	MAD	SEÑAL DE RASTREO
ENERO	5,368							
FEBRERO	4,500							
MARZO	6,424							
ABRIL	4,301	5548	- 1,247.00	- 1,247.00	1,247.00	1,247.00	1,247.00	- 1.00
MAYO	1,266	5053	- 3,786.89	- 5,033.89	3,786.89	5,033.89	2,516.94	- 0.50
JUNIO	4,173	3424	749.11	- 4,284.78	749.11	5,783.00	1,927.67	- 0.45
JULIO	2,549	3232	- 683.44	- 4,968.22	683.44	6,466.44	1,616.61	- 0.33
AGOSTO	4,076	2805	1,270.78	- 3,697.44	1,270.78	7,737.22	1,547.44	- 0.42
SETIEMBRE	5,395	3589	1,806.44	- 1,891.00	1,806.44	9,543.67	1,590.61	- 0.84
OCTUBRE	5,537	4323	1,214.11	- 676.89	1,214.11	10,757.78	1,536.83	- 2.27
NOVIEMBRE	5,632	5165	467.00	- 209.89	467.00	11,224.78	1,403.10	- 6.68
DICIEMBRE	3,444	5548	- 2,103.67	- 2,313.56	2,103.67	13,328.44	1,480.94	- 0.64

Fuente: Elaboración propia

Diagrama N°30: Promedio móvil simple (6 meses)



Fuente: Elaboración propia

- Promedio móvil ponderado:

Tabla N°65 Cuadro promedio móvil ponderado

MES	VENTAS (Y)	PRONÓSTICOS	ERROR DE PRONÓSTICOS	ERROR ACUMULADO	ERROR ABSOLUTO	ERROR ACUMULADO ABSOLUTO	MAD	SEÑAL DE RASTREO
ENERO	5,368							
FEBRERO	4,500							
MARZO	6,424							
ABRIL	4,301							
MAYO	1,266							
JUNIO	4,173							
JULIO	2,549	4,338.67	- 1,789.67	- 1,789.67	1,789.67	1,789.67	1,789.67	- 1.00
AGOSTO	4,076	3,868.83	207.17	- 1,582.50	207.17	1,996.83	998.42	- 0.63
SETIEMBRE	5,395	3,798.17	1,596.83	14.33	1,596.83	3,593.67	1,197.89	83.57
OCTUBRE	5,537	3,626.67	1,910.33	1,924.67	1,910.33	5,504.00	1,376.00	0.71
NOVIEMBRE	5,632	3,832.67	1,799.33	3,724.00	1,799.33	7,303.33	1,460.67	0.39
DICIEMBRE	3,444	4,560.33	- 1,116.33	2,607.67	1,116.33	8,419.67	1,403.28	0.54

Fuente: Elaboración propia

Diagrama N°31: Promedio móvil ponderado



Fuente: Elaboración propia

- Suavizado exponencial (alfa: 0.50)

Tabla N°66: Cuadro suavizado exponencial

MES	VENTAS (Y)	PRONÓSTICOS	ERROR DE PRONÓSTICOS	ERROR ACUMULADO	ERROR ABSOLUTO	ERROR ABSOLUTO ACUMULADO	MAD	SEÑAL DE RASTREO
ENERO	5,368	5,000.00	368.00	368.00	368.00	368.00	368.00	1.00
FEBRERO	4,500	5,184.00	- 684.00	- 684.00	684.00	684.00	342.00	0.50
MARZO	6,424	5,115.60	1,308.40	1,308.40	1,308.40	1,308.40	436.13	0.33
ABRIL	4,301	5,246.44	- 945.44	- 945.44	945.44	945.44	236.36	0.25
MAYO	1,266	5,151.90	- 3,885.90	- 4,831.34	3,885.90	4,831.34	966.27	0.20
JUNIO	4,173	4,763.31	- 590.31	- 5,421.64	590.31	5,421.64	903.61	0.17
JULIO	2,549	4,704.28	- 2,155.28	- 7,576.92	2,155.28	7,576.92	1,082.42	0.14
AGOSTO	4,076	4,488.75	- 412.75	- 7,989.67	412.75	7,989.67	998.71	0.13
SETIEMBRE	5,395	4,447.47	947.53	- 7,042.14	947.53	8,937.19	993.02	0.14
OCTUBRE	5,537	4,542.23	994.77	- 6,047.37	994.77	9,931.97	993.20	0.16
NOVIEMBRE	5,632	4,641.70	990.30	- 5,057.07	990.30	10,922.26	992.93	0.20
DICIEMBRE	3,444	4,740.73	- 1,296.73	- 6,353.80	1,296.73	12,219.00	1,018.25	0.16

Fuente: Elaboración propia

Diagrama N°32: Suavizado exponencial (alfa: 0.50)

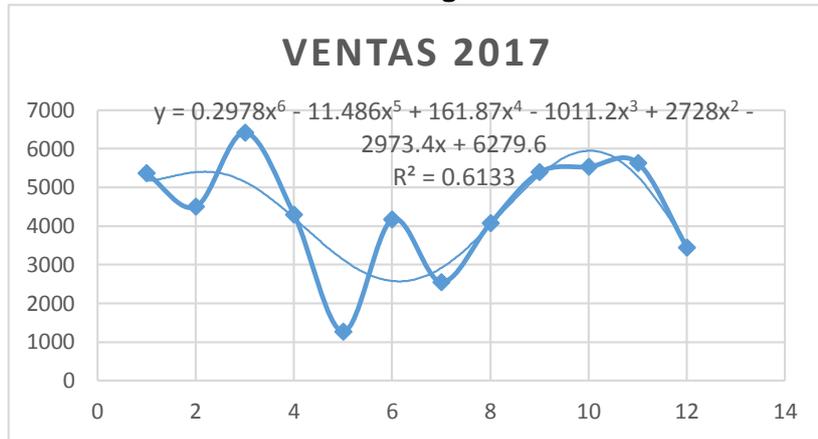


Fuente: Elaboración propia

- **Regresión lineal:**

Debido a que el pronóstico de regresión lineal cuenta con un R que se acerca más a cero es el pronóstico que vamos a utilizar con orden 6 para obtener nuestra ecuación que va a permitir conocer la futura demanda.

Gráfico N°19: Regresión lineal



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°67: Ventas para pronosticar

2016			2017		
MES	X	VENTAS (Y)	MES	X	VENTAS (Y)
ENERO	1	5368	ENERO	1	5173.68
FEBRERO	2	4500	FEBRERO	2	5396.63
MARZO	3	6424	MARZO	3	5146.47
ABRIL	4	4301	ABRIL	4	4214.04
MAYO	5	1266	MAYO	5	3140.73
JUNIO	6	4173	JUNIO	6	2590.54
JULIO	7	2549	JULIO	7	2936.74
AGOSTO	8	4076	AGOSTO	8	4062.76
SETIEMBRE	9	5395	SETIEMBRE	9	5377.59
OCTUBRE	10	5537	OCTUBRE	10	6045.60
NOVIEMBRE	11	5632	NOVIEMBRE	11	5430.75
DICIEMBRE	12	3444	DICIEMBRE	12	3755.20

Fuente: Elaboración propia

PASO 2: Plan Agregado de producción:

La planeación agregada aborda la determinación de la fuerza laboral, la cantidad de producción, los niveles de inventario y la capacidad de producción. Determina una estrategia de forma anticipada que permita que se satisfagan unos requerimientos de producción, optimizando los recursos de un sistema productivo.

Se tienen los siguientes costos:

Tabla N°68: Costos para el PAP

Materiales	S/. 27.73	/parihuela
Costo de mantenimiento del inventario	S/. -	/mes
Costo marginal del agotamientos de las reservas	S/. -	/mes
Costo marginal de la subcontratación	S/. -	/por trabajador
Costo de contratación y de capacitación	S/. -	/por trabajador
Costo de los despidos	S/. -	/por trabajador
Horas hombre requeridos	0.31	hr/unidad
Costo de mano de obra	S/. 3.85	/hora
Costo del tiempo extra (tiempo y medio)	S/. 15.00	/hora

Fuente: Elaboración propia

Se requieren conocer además la cantidad de días laborales y trabajadores para

Tabla N°69: Número de trabajadores requeridos

Todo el Año	
Total necesidades	N° horas requeridas
53271	16513.92
Total días	N° horas disponibles
301	2408
N° trabajadores	7.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 70: Plan de persecución

Plan de Producción 1 : Persecución

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Requerimientos de Producción	5,174	5,397	5,146	4,214	3,141	2,591	2,937	4,063	5,378	6,046	5,431	3,755	53,271
Horas hombre requerida	1,604	1,673	1,595	1,306	974	803	910	1,259	1,667	1,874	1,684	1,164	16,514
Días de trabajo por mes	26	24	26	24	25	24	25	26	26	26	25	24	
Horas-hombre por mes por trabajador	208	192	208	192	200	192	200	208	208	208	200	192	2,408
Trabajadores requeridos	8	9	8	7	5	5	5	7	9	10	9	7	
Nuevos trabajadores contratados	-	1	-	-	-	-	-	2	2	1	-	-	
Costo de contratación (nuevos trab x S/.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajadores despedidos	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	1	2	
Costo del despido (trab despedidos x S/.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo lineal (mano de obra)	S/. 6,406.40	S/. 6,652.80	S/. 6,406.40	S/. 5,174.40	S/. 3,850.00	S/. 3,696.00	S/. 3,850.00	S/. 5,605.60	S/. 7,207.20	S/. 8,008.00	S/. 6,930.00	S/. 5,174.40	S/. 68,961.20
Costo de materiales	S/. 143,466.20	S/. 149,648.47	S/. 142,711.56	S/. 116,855.46	S/. 87,092.30	S/. 71,835.70	S/. 81,435.81	S/. 112,660.20	S/. 149,120.45	S/. 167,644.49	S/. 150,594.69	S/. 104,131.78	S/. 1,477,197.12
Costo Total:													S/. 1,546,158.32

Tabla N° 71: Requerimientos para nivelación

Plan de Producción 1 : Nivelación

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Inventario inicial	0	0	0	0	121	1497	3242	4821	5455	4774	3426	2511	
Días de trabajo por mes	26	24	26	24	25	24	25	26	26	26	25	24	
Horas de prod disponibles	1456	1344	1456	1344	1400	1344	1400	1456	1456	1456	1400	1344	
Producción real	4697	4335	4697	4335	4516	4335	4516	4697	4697	4697	4516	4335	
Pronóstico de demanda	5174	5397	5146	4214	3141	2591	2937	4063	5378	6046	5431	3755	
Inventario final	0	0	0	121	1497	3242	4821	5455	4774	3426	2511	3091	
Unidades faltantes	477	1061	450	0									
Costo de los faltantes	S/. -	\$0.00											
Reserva de seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Unidades sobrantes	0.00	0.00	0.00	121.44	1496.84	3241.79	4821.18	5455.19	4774.38	3425.56	2510.94	3091.22	
Costo de inventario	\$0												
Costo de mano de obra	S/. 5,605.60	S/. 5,174.40	S/. 5,605.60	S/. 5,174.40	S/. 5,390.00	S/. 5,174.40	S/. 5,390.00	S/. 5,605.60	S/. 5,605.60	S/. 5,605.60	S/. 5,390.00	S/. 5,174.40	\$64,896
Costo de materiales	S/. 130,241.55	S/. 120,222.97	S/. 130,241.55	S/. 120,222.97	S/. 125,232.26	S/. 120,222.97	S/. 125,232.26	S/. 130,241.55	S/. 130,241.55	S/. 130,241.55	S/. 125,232.26	S/. 120,222.97	S/. 1,507,796.39
Costo Total:													S/. 1,572,691.99

Fuente: Elaboración propia

PASO 3: Plan Maestro de producción:

Para el plan maestro de producción se ha elegido trabajar con los meses de enero y febrero y con los 7 tipos de parihuelas con mayor flujo de ventas según la data histórica.

Cabe recalcar que las demandas están multiplicadas por el porcentaje de participación del total de parihuelas que se encuentran plasmadas en el cuadro de ABC

Tabla N°72: Demanda semanal de enero

PRODUCTO	DEMANDA ENERO	DEMANDA ENERO SEMANAL
NORMAL	1415	354
GMA	728	182
FRESCO	575	144
LISTÓN	522	130
A-10	359	90
MARÍTIMA	273	68
CHEP	247	62

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°73: Demanda semanal de febrero

PRODUCTO	DEMANDA FEBRERO	DEMANDA FEBRERO SEMANAL
NORMAL	1476	369
GMA	759	190
FRESCO	600	150
LISTÓN	544	136
A-10	374	94
MARÍTIMA	284	71
CHEP	258	65

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°74: Programa de producción mensual (und)

SKU	Descripción	Semana								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
SKU1	NORMAL	354	354	354	354	369	369	369	369	2891
SKU2	GMA	182	182	182	182	190	190	190	190	1487
SKU3	FRESCO	144	144	144	144	150	150	150	150	1176
SKU4	LISTÓN	130	130	130	130	136	136	136	136	1066
SKU5	A-10	90	90	90	90	94	94	94	94	733
SKU6	MARÍTIMA	68	68	68	68	71	71	71	71	557
SKU7	CHEP	62	62	62	62	65	65	65	65	506
TOTAL		1030	1030	1030	1030	1074	1074	1074	1074	8416

Fuente: Elaboración propia

PASO 4: BOM

Para el requerimiento de materiales es necesario conocer lo que también puede llamarse como la receta del producto final. En el caos de la empresa en gestión, los insumos solo son dos cosas importantes que son la madera y los clavos con los que se arman las parihuelas. A continuación un cuadro con la lista de insumos.

Tabla N° 75: Lista de insumos

SKU 1		
NORMAL 120.0 X 100.0 CM	Ctd Base:	1 LOTE
Madera	tronco	0.32
Clavos	Kg	0.930

SKU 2		
GMA 102.0 X 122.0 CM	Ctd Base:	1 LOTE
Madera	tronco	0.22
Clavos	Kg	0.93

SKU 3		
FRESCO	Ctd Base:	1 LOTE
Madera	tronco	0.56
Clavos	Kg	0.93

SKU 4		
LISTÓN 120.0 X 100.0	Ctd Base:	1 LOTE
Madera	tronco	0.73
Clavos	Kg	0.93

SKU 5		
A-10 120.0 X 100.0 CM	Ctd Base:	1 LOTE
Madera	tronco	0.68
Clavos	Kg	0.93

SKU 6		
MARÍTIMA	Ctd Base:	1 LOTE
Madera	tronco	0.28
Clavos	Kg	0.93

SKU 7		
CHEP 101.6 X 121.9 CM	Ctd Base:	1 LOTE
Madera	tronco	0.74
Clavos	Kg	0.93

Fuente: Elaboración propia

PASO 5: Inventario de materiales

Se ha decidido trabajar con un inventario inicial de 0 al comenzar el año siendo los meses analizados de enero y febrero; además de un lead time de una semana para cada una de las parihuelas.

Tabla N° 76: Inventario de materiales

Tipo	INSUMOS	Und	Cantidad	Nivel	Tam Lote	Lead Time	Entradas Previstas			
							semana1	semana2	semana3	semana4
SKU1	NORMAL	Unid	0	0	LFL	1	0	0	0	0
SKU2	GMA	Unid	0	0	LFL	1	0	0	0	0
SKU3	FRESCO	Unid	0	0	LFL	1	0	0	0	0
SKU4	LISTÓN	Unid	0	0	LFL	1	0	0	0	0
SKU5	A-10	Unid	0	0	LFL	1	0	0	0	0
SKU6	MARÍTIMA	Unid	0	0	LFL	1	0	0	0	0
SKU7	CHEP	Unid	0	0	LFL	1	0	0	0	0
COMP 1	MADERA	Unid	0	0	LFL	1	0	0	0	0
COMP 2	CLAVOS	Kg	0	0	LFL	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

PASO 6: MRP

Tabla N° 77: MRP para cada tipo de pallet

SKU1: NORMAL

Stock Inicial : 0
Tamaño de lote : LFL
Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		354	354	354	354	369	369	369	369
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		354	354	354	354	369	369	369	369
Pedidos Planeados		354	354	354	354	369	369	369	369
Lanzamiento de ordenes		354	354	354	369	369	369	369	-

SKU2: GMA

Stock Inicial : 0
Tamaño de lote : LFL
Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		182	182	182	182	190	190	190	190
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		182	182	182	182	190	190	190	190
Pedidos Planeados		182	182	182	182	190	190	190	190
Lanzamiento de ordenes		182	182	182	190	190	190	190	-

SKU3: FRESCO

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : LFL
 Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		90	90	90	90	94	94	94	94
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		90	90	90	90	94	94	94	94
Pedidos Planeados		90	90	90	90	94	94	94	94
Lanzamiento de ordenes		90	90	90	94	94	94	94	-

SKU4: LISTÓN

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : LFL
 Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		68	68	68	68	71	71	71	71
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		68	68	68	68	71	71	71	71
Pedidos Planeados		68	68	68	68	71	71	71	71
Lanzamiento de ordenes		68	68	68	71	71	71	71	-

SKU5: A-10

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : LFL
 Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		62	62	62	62	65	65	65	65
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		62	62	62	62	65	65	65	65
Pedidos Planeados		62	62	62	62	65	65	65	65
Lanzamiento de ordenes		62	62	62	65	65	65	65	-

SKU6: MARÍTIMA

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : LFL
 Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		68	68	68	68	71	71	71	71
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		68	68	68	68	71	71	71	71
Pedidos Planeados		68	68	68	68	71	71	71	71
Lanzamiento de ordenes		68	68	68	71	71	71	71	-

SKU7: CHEP

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : LFL
 Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		62	62	62	62	65	65	65	65
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		62	62	62	62	65	65	65	65
Pedidos Planeados		62	62	62	62	65	65	65	65
Lanzamiento de ordenes		62	62	62	65	65	65	65	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°78: Componentes para la producción

COMPONENTES

COMP1: Madera

¿Quién lo requiere?	Tronco	1	2	3	4	5	6	7	8
SKU1	0.32	113.02	113.02	113.02	117.89	117.89	117.89	117.89	-
SKU2	0.22	39.44	39.44	39.44	41.14	41.14	41.14	41.14	-
SKU3	0.56	50.63	50.63	50.63	52.81	52.81	52.81	52.81	-
SKU4	0.73	49.67	49.67	49.67	51.81	51.81	51.81	51.81	-
SKU5	0.68	41.86	41.86	41.86	43.66	43.66	43.66	43.66	-
SKU6	0.28	19.40	19.40	19.40	20.24	20.24	20.24	20.24	-
SKU7	0.74	45.92	45.92	45.92	47.90	47.90	47.90	47.90	-
Total:		359.95	359.95	359.95	375.46	375.46	375.46	375.46	-

Stock Inicial : 0

Tamaño de lote : LFL

Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		360	360	360	375	375	375	375	-
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		360	360	360	375	375	375	375	-
Pedidos Planeados		360	360	360	375	375	375	375	-
Lanzamiento de ordenes		360	360	360	375	375	375	375	-

COMP2: Clavos

¿Quién lo requiere?	kg	1	2	3	4	5	6	7	8
SKU1	0.93	328.97	328.97	328.97	343.14	343.14	343.14	343.14	-
SKU2	0.93	169.25	169.25	169.25	176.54	176.54	176.54	176.54	-
SKU3	0.93	83.46	83.46	83.46	87.05	87.05	87.05	87.05	-
SKU4	0.93	63.36	63.36	63.36	66.09	66.09	66.09	66.09	-
SKU5	0.93	57.53	57.53	57.53	60.01	60.01	60.01	60.01	-
SKU6	0.93	63.36	63.36	63.36	66.09	66.09	66.09	66.09	-
SKU7	0.93	57.53	57.53	57.53	60.01	60.01	60.01	60.01	-
Total:		823.46	823.46	823.46	858.94	858.94	858.94	858.94	-

Stock Inicial : 0

Tamaño de lote : LFL

Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades Brutas		823	823	823	859	859	859	859	-
Entradas Previstas									
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		823	823	823	859	859	859	859	-
Pedidos Planeados		823	823	823	859	859	859	859	-
Lanzamiento de ordenes		823	823	823	859	859	859	859	-

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se tienen las órdenes de producción semanales:

Tabla N°79: Órdenes de producción semanales

Insumos	Semana								TOTAL PRODUCCIÓN
	1	2	3	4	5	6	7	8	
NORMAL	354	354	354	369	369	369	369	0	2537
GMA	182	182	182	190	190	190	190	0	1305
FRESCO	90	90	90	94	94	94	94	0	644
LISTÓN	68	68	68	71	71	71	71	0	489
A-10	62	62	62	65	65	65	65	0	444
MARÍTIMA	68	68	68	71	71	71	71	0	489
CHEP	62	62	62	65	65	65	65	0	444

Fuente: Elaboración propia

Así pues de tal forma, los costos excedidos mensuales se ven reducidos de la siguiente manera:

Con un plan de producción bien estructurado, la cantidad de parihuelas que pueden tercerizarse se reduce a un aproximado de 51 parihuelas por mes lo que genera los siguientes costos por producir y comprar a la vez de:

Tabla N°80: Costo de producción con MRP

	PRODUCIDAS	COMPRADAS	COSTO TOTAL
	CANTIDAD	CANTIDAD	
NORMAL	2487	51	S/. 70,619.59
GMA	1255	51	S/. 36,461.49
FRESCO	593	51	S/. 18,114.89
LISTÓN	438	51	S/. 13,816.43
A-10	393	51	S/. 12,570.85
MARÍTIMA	438	51	S/. 13,816.43
CHEP	393	51	S/. 12,570.85
			S/. 177,970.52

Fuente: Elaboración propia

El costo de producir todas las parihuelas por la empresa es de S/. 176,104.94 por lo que el costo excedido ahora es tan solo de S/. 932.79

A lo que comparado con el costo excedido inicial sin MRP que era de S/. 1,610.86. Tenemos entonces un beneficio de **S/. 678.07**

Una vez que se ha realizado la propuesta de un MRP que nos indica qué, cuánto y cuándo producir; es necesario, que nuestro flujo de abastecimiento esté alineado con los proveedores de la empresa y sus clientes. Por esta razón, es necesario enfocarnos en dos puntos de la cadena de suministros que nos permiten conocer a los otros eslabones como son el SRM y el CRM que se muestra a continuación.

La cadena de suministros es un método de gestión muy necesario en todas las empresas y a la vez muy amplio; es por ello que con la finalidad de entender parte de la cadena de suministros de North Pallet S.A.C. es necesario tomar en cuenta los insumos antes mencionados, para la producción de la junta mecánica; por tal motivo se tiene que analizar a los proveedores que nos van a abastecer de los productos requeridos; por ello empezaremos con el análisis de SRM.

1. Supplier Relationship Management (SRM):

Es la relación estratégica que tiene una empresa con su proveedor, considerándolo una parte clave de la gestión de su cadena de suministros. Es por ello que un proveedor debe compartir la filosofía de la empresa para que se pueda efectuar una gestión integrada.

A partir de ello, como ya se había mencionado antes a los principales proveedores de la empresa North Pallet S.A.C. son:

De acuerdo a las estadísticas oficiales, Cajamarca es el departamento que presenta la segunda mayor superficie con plantaciones forestales en el Perú, mayormente con los géneros Pinus y Eucalyptus, después de Cusco, con 81,434 hectáreas que representan el 21% del área deforestada en la Región y el 2.5% de su superficie total (MINAM 2012). Por lo que como empresas proveedoras de nuestro primer y más importante insumo que es la madera tenemos:

- **Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén Ltda., Granja Porcón:** Inicialmente y por un buen tiempo se vino trabajando con esta empresa la cual ofrecía pinos de las mejores calidades y a un precio por introducción que era accesible; sin embargo, con el pasar de los años esta opción dejó de ser factible puesto que el precio de venta de los lotes de madera se veían atacado por competidores como el proveedor con el que la empresa North Pallet cuenta ahora.
- **TRANDIAZ - DIAZ RODRIGUEZ, SEGUNDO DEMETRIO:** Hace aproximadamente 3 años decidieron optar por este segundo proveedor

el que tiene su propia empresa de transportes y además el precio de los pinos que adquiere, los cuales también son de la zona de Cajamarca, son un poco más accesibles para la empresa North Pallet sin dejar de lado el tema de calidad y lead time.

A continuación analizaremos los 3 puntos claves de la gestión de la relación con el proveedor Transportes Segundo Díaz.

1. Gestionar el desempeño de los proveedores: La empresa analizó cuál de los dos potenciales proveedores les proporcionaba las mejores condiciones por lo que se obtuvo como resultado que Segundo Díaz era el más adecuado para trabajar.

Tabla N° 81: Evaluación de proveedores de madera

ASPECTO	PORCÓN	SEGUNDO DÍAZ
Calidad del producto	5	5
Precio del producto	3	5
Condiciones de entrega del producto	3	4
Correspondencia entre la cantidad facturada y la cantidad recibida	5	5
Atención requerida a las reclamaciones y/o devoluciones	4	5
Rapidez de respuesta de la empresa ante imprevistos	4	4
Facilidades de comunicación con la empresa, ante cualquier situación	3	5
Trato del personal que interactúa con la empresa	3	4
	30	37

Fuente: Elaboración propia

Para considerar dichos puntajes, cada aspecto debe cumplir con:

- Calidad del producto: La madera pino debe cumplir con las especificaciones de largo y diámetro antes mencionadas.
- Precio del producto: Negociable
- Condiciones de entrega del producto: el producto debe ser entregado en la planta de producción en la fecha pactada
- Correspondencia entre la cantidad facturada y la cantidad recibida: la cantidad de troncos que llegan a planta debe ser exactamente la misma que la que se factura y paga.
- Atención requerida a las reclamaciones: Al tener ciertas especificaciones, de no cumplirse, el lote puede ser rechazado.

- Rapidez de respuesta de la empresa ante imprevistos: El proveedor tiene la obligación de brindarle a la empresa una solución dentro de las 24 horas de presentado el problema.
 - Facilidades de comunicación con la empresa ante cualquier solución: El proveedor y la empresa pueden comunicarse directamente mediante llamadas telefónicas, mensajes y/o correos electrónicos.
 - Trato del personal que interactúa con la empresa: El proveedor y la empresa debe tener un trato cordial y educado.
2. El proveedor de gestión de relaciones con el proceso: Con el proveedor Transportes Segundo Díaz se realizó un contrato con derecho a renovación donde se especificaban las condiciones de trabajo entre ambas empresas.
 3. Las teorías económicas de la oferta y la demanda: A partir del MRP pronosticado para el siguiente año de deberá informar al proveedor cuándo y en qué cantidad se esperan los ingresos de materia prima.
- **Lenmex:** El proveedor de clavos viene trabajando con la empresa North Pallet desde aproximadamente el inicio de sus operaciones. Este proveedor a diferencia de cualquier otro se ha ganado la confianza del dueño de la empresa con el que tiene además una política de por cada 4 cajas de clavos que la empresa solicite, Lenmex, le hará un regalo de una caja más. Además, si la empresa hace el pedido de 20 cajas, fuera de las que recibe de regalo, Lenmex les hará un regalo especial de una clavadora.

A continuación analizaremos los 3 puntos claves de la gestión de la relación con el proveedor TRANDIAZ - DIAZ RODRIGUEZ, SEGUNDO DEMETRIO

1. Gestionar el desempeño de los proveedores: La empresa recientemente evaluó la posibilidad de cambiar de proveedor para lo cual decidió comparar el proveedor actual, Lenmex con su competencia, COMFER S.A. por lo tanto se realizó el siguiente análisis:

Para considerar dichos puntajes, cada aspecto debe cumplir con:

- Calidad del producto: Los clavos deben ser entregado en cajas de 6 mil unidades cada uno.
- Precio del producto: Negociable

- Condiciones de entrega del producto: el producto debe ser entregado en la planta de producción en la fecha pactada y con un tiempo no mayor a 3 días.
 - Correspondencia entre la cantidad facturada y la cantidad recibida: la cantidad de cajas de clavos que llegan a planta debe ser exactamente la misma que la que se factura y paga.
 - Atención requerida a las reclamaciones: En caso de no recibir la mercancía en el tiempo establecido, se podría cancelar la compra.
 - Rapidez de respuesta de la empresa ante imprevistos: El proveedor tiene la obligación de brindarle a la empresa una solución dentro de las 24 horas de presentado el problema.
 - Facilidades de comunicación con la empresa ante cualquier solución: El proveedor y la empresa pueden comunicarse directamente mediante llamadas telefónicas, mensajes y/o correos electrónicos.
 - Trato del personal que interactúa con la empresa: El proveedor y la empresa debe tener un trato cordial y educado.
4. El proveedor de gestión de relaciones con el proceso: Con el proveedor Transportes Segundo Díaz se realizó un contrato con derecho a renovación donde se especifican las condiciones de trabajo entre ambas empresas.

Tabla N° 82: Evaluación de proveedores de clavos

ASPECTO	LENMEX	COMFER
Calidad del producto	5	5
Precio del producto	5	4
Condiciones de entrega del producto	4	2
Correpondencia entre la cantidad facturada y la cantidad recibida	5	5
Atención requerida a las reclamaciones y/o devoluciones	5	4
Rapidez de respuesta de la empresa ante imprevistos	4	4
Facilidades de comunicación con la empresa, ante cualquier situación	5	5
Trato del personal que interactúa con la empresa	5	5
	38	34

Fuente: Elaboración propia

5. Las teorías económicas de la oferta y la demanda: A partir del MRP pronosticado para el siguiente año se deberá informar al proveedor cuándo y en qué cantidad se esperan los ingresos de materia prima.

2. Customer Relationship Management (CRM):

Es el modelo de gestión que se basa en la relación que puede formar la empresa con su cliente, se podría hablar de un marketing personal. Es decir el correcto uso de la información para obtener una ventaja competitiva, alcanzando el crecimiento y la rentabilidad.

Anteriormente se habían mencionado, la empresa cuenta con los siguientes clientes:

- DANPER
- TALSA
- CREDITEX
- INTER COMPANY SRL
- ANDES
- MURGUIA

Siendo el primero de la lista quien tiene la mayor cantidad de movimiento en lo que a pedido de pallets corresponde con un volumen en el 2016 de 45,416 parihuelas el cual tiene una participación de 86.24% del total de pedidos por lo que a la empresa se le tiene una consideración especial como es la de que la empresa pueda enviar a un supervisor y/o persona encargada de su misma empresa para que verifique la humedad con la que salen las parihuelas del tratamiento térmico puesto que ellos requieren una humedad límite por el tema de exportación, pero gracias a ello pueden llevar su pedido en las condiciones óptimas.

Como sabemos, para implementar CRM se necesitan de 4 puntos importantes:

1. Identificar: La empresa ya tiene definidos quienes son sus clientes potenciales gracias al récord de ventas del año 2016 que son los ya mencionados anteriormente.
2. Diferenciar: Consideramos que el precio al por mayor debería ser una política que podría beneficiar a los clientes que lleguen a un número determinado de pedidos mensuales ya que de esta manera las

empresas como TALSA Y CREDITEX cuyos pedidos son pocos puedan considerar aumentar la cantidad requerida de parihuelas.

3. Interactuar: Mantener canales de comunicación directos facilitando la comunicación horizontal entre proveedor que en este caso North Pallet S.A.C. ocupa y el cliente que en este caso podría ser: Danper, Talsa, Creditex, Inter Company S.R.L., Andes y Murguía
4. Personalizar: Para el cliente que tiene el mayor porcentaje de participación con respecto a los requerimientos de parihuelas, tendrá el beneficio de contar con un supervisor del área de calidad de la misma empresa durante la entrega del producto con el fin de evitar la entrega de productos defectuosos o que no cumplan con las especificaciones requeridas.

D. Control Estadístico de la Calidad

En primer lugar se definió cuáles eran los procesos que requerían de un control estadístico de la calidad y se determinó que serían los procesos de “Armado de parihuelas” y el proceso de “Tratamiento térmico de las parihuelas”. En el caso de la primera, en el cambiado de tablas ya que si se arma las parihuelas con tablas que tienen exceso de ojos éstas se romperán. Mientas que la segunda por un exceso de humedad puede haber presencia de hongos por lo que se tendría que lijar.

Control Estadístico de la Calidad en el armado de parihuelas

- **Técnica N°1: Hoja de Registro**

Se tomaron muestras del número de ojos presentes en cada una de las 14 tablas que conforman la parihuela para así empezar a analizar si estas cumplían las especificaciones de que existan máximo 3 ojos por tabla ya que caso contrario el riesgo de que esta se rompa aumentaba lo que provocaría reprocesos. (Ver Tabla N° 82)

Tabla N° 83: Especificaciones sobre el número promedio de ojos en las tablas

Especificaciones	N° Ojos
Valor Nominal	0
Tolerancia	3
Especificación superior	3

Fuente: Elaboración propia

A partir de la hoja de registro se obtuvo un promedio de 3 ojos por tabla que conforma una pallet, lo que se encuentra dentro de las especificaciones. Sin embargo, también existen muestras que superan la especificación superior las harán que continuando con el análisis aparezcan causas asignables. Por lo tanto, se desarrolló un una hoja de registro en un escenario donde todas las muestras cumplieran con las especificaciones, lo que se lograría con un mayor control de los procesos y con la capacitación previamente presentada, con el motivo de también evaluar el proceso cuando es capaz o estable y así determinar cuál sería el beneficio para la empresa el aplicar control estadístico de la calidad.

Tabla N° 84: Hoja de Registro del Proceso de Armado

N°	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	N° promedio de ojos en las tablas de madera de las parihuelas
1	4	0	6	4	2	0	2	0	3	1	2	2	0	3	2
2	6	0	2	3	4	3	4	0	1	3	3	4	4	4	3
3	4	1	6	0	5	2	0	1	2	5	5	1	2	1	3
4	0	4	6	5	2	3	5	6	1	6	0	6	4	1	4
5	1	4	1	6	3	0	5	0	5	6	5	5	0	5	3
6	2	6	4	6	2	4	4	4	1	4	4	2	6	1	4
7	3	1	2	0	0	4	5	1	6	0	4	5	5	0	3
8	0	1	4	1	2	3	1	4	2	0	5	0	1	3	2
9	6	2	3	2	4	4	2	4	5	3	0	5	6	4	4
10	3	5	5	2	2	5	5	3	6	2	4	4	4	2	4
11	5	5	2	3	5	0	3	0	4	2	5	5	2	6	3
12	4	3	1	1	4	4	5	3	3	2	1	3	3	5	3
13	1	6	2	0	4	4	2	0	6	5	5	5	2	4	3
14	3	0	4	2	3	0	0	1	2	4	6	4	3	1	2
15	5	4	4	3	4	5	1	4	4	3	2	0	3	0	3
16	2	3	4	2	3	1	3	4	6	2	3	4	3	2	3
17	0	3	4	5	0	2	5	6	1	6	4	3	1	0	3
18	1	2	6	1	0	4	4	5	0	5	1	6	6	6	3
19	4	1	5	2	2	5	0	5	3	0	6	5	4	6	3
20	6	3	6	2	2	2	3	5	3	1	0	2	6	1	3
21	2	1	0	4	3	3	6	3	4	3	0	6	2	0	3
22	1	3	1	5	6	6	0	0	0	6	2	5	2	6	3
23	2	5	1	6	0	3	0	6	0	1	4	0	3	0	2
24	2	4	3	1	1	2	5	1	3	2	1	1	2	4	2
25	1	5	2	2	2	1	5	3	3	2	0	4	6	6	3
26	1	1	1	3	1	6	1	0	6	2	0	2	4	4	2
27	6	4	0	6	3	2	0	5	0	3	2	4	4	5	3
28	4	1	4	4	4	6	1	5	5	1	5	1	4	5	4
29	6	3	2	2	6	2	4	0	1	4	0	3	4	6	3
30	3	5	4	4	1	2	2	6	5	3	5	5	4	0	4
31	1	1	3	3	6	0	3	4	0	2	6	3	6	1	3
32	3	4	0	1	1	3	4	1	4	4	2	3	4	6	3

33	0	2	4	0	6	2	5	5	5	1	5	6	5	3	4
34	1	2	1	4	3	4	0	2	5	2	0	0	1	3	2
35	0	0	2	6	5	1	0	3	0	1	5	0	3	0	2
36	4	4	4	4	2	2	3	5	4	5	5	5	6	6	4
37	3	0	1	5	5	3	6	0	3	1	3	0	5	3	3
38	2	3	0	3	2	0	2	6	4	0	2	5	5	4	3
39	1	4	2	6	3	5	3	4	0	4	4	3	6	4	4
40	5	0	4	3	0	6	1	1	1	4	1	6	3	4	3
41	4	1	3	1	1	4	4	1	5	4	1	0	2	1	2
42	2	6	3	5	2	5	2	4	4	1	5	4	3	0	3
43	1	0	1	2	6	3	1	0	3	1	6	5	5	3	3
44	2	2	4	2	4	1	1	0	6	0	4	2	6	0	2
45	4	2	6	3	4	1	0	6	2	0	3	3	3	3	3
46	1	3	1	4	3	4	3	4	6	1	2	2	1	5	3
47	3	5	0	1	1	5	3	6	2	5	2	2	2	6	3
48	3	0	2	2	3	1	1	5	2	5	2	2	1	6	3
49	6	1	3	2	5	0	2	5	5	2	3	0	1	6	3
50	1	0	3	3	2	0	4	3	4	3	4	2	3	1	2
51	0	5	2	3	3	1	6	5	4	0	0	0	6	2	3
52	3	2	6	3	4	0	2	4	6	0	3	5	6	0	3
53	3	6	6	6	0	0	6	2	1	3	3	5	1	6	3
54	1	2	1	5	1	1	3	2	4	3	6	2	4	3	3
55	6	1	4	0	5	6	3	1	2	5	1	0	1	4	3
56	0	5	4	3	3	0	1	0	4	4	0	3	6	5	3
57	0	3	6	0	3	0	5	2	0	5	2	0	2	0	2
58	3	3	6	4	3	4	2	2	6	0	1	0	3	3	3
59	1	3	2	4	4	0	0	4	6	3	1	0	2	6	3
60	3	4	4	5	5	5	3	1	0	4	6	1	6	4	4
61	4	3	1	3	1	4	5	3	2	3	1	1	4	4	3
62	2	5	0	6	2	2	1	6	5	3	2	4	1	2	3
63	5	2	5	2	6	6	1	6	0	6	3	1	6	2	4
64	4	0	3	6	4	4	0	0	4	0	4	5	5	1	3
65	4	3	3	2	0	6	3	4	3	6	4	2	0	4	3
66	0	3	5	3	3	2	0	1	6	5	5	2	5	2	3
67	2	0	4	6	5	0	2	6	6	6	1	1	3	1	3
68	0	3	2	2	5	3	1	3	5	0	3	2	1	0	2
69	0	4	5	1	0	4	5	2	4	6	1	3	5	3	3
70	0	1	6	2	3	5	2	3	0	1	6	4	4	1	3
71	1	3	3	0	4	3	2	5	2	4	5	4	6	2	3
72	0	2	4	0	3	1	4	3	3	0	1	4	5	4	2
73	1	1	2	4	2	1	3	6	2	6	0	5	3	1	3
74	3	2	6	1	5	3	3	6	2	0	5	5	1	4	3
75	3	2	4	5	4	4	5	4	4	4	1	3	6	0	4
76	2	6	6	5	0	3	4	3	5	3	5	6	1	6	4
77	3	5	4	0	0	4	5	2	0	3	5	0	0	3	2
78	4	5	4	0	0	5	2	2	0	4	6	6	0	5	3
79	4	2	5	4	4	6	1	6	6	6	6	6	2	1	4
80	2	1	2	4	3	3	4	4	0	0	0	1	1	3	2
81	6	6	4	5	6	5	6	1	4	5	0	1	3	6	4
PROMEDIO															3

Tabla N° 85: Hoja de Registro del Proceso de Armado- Simulación

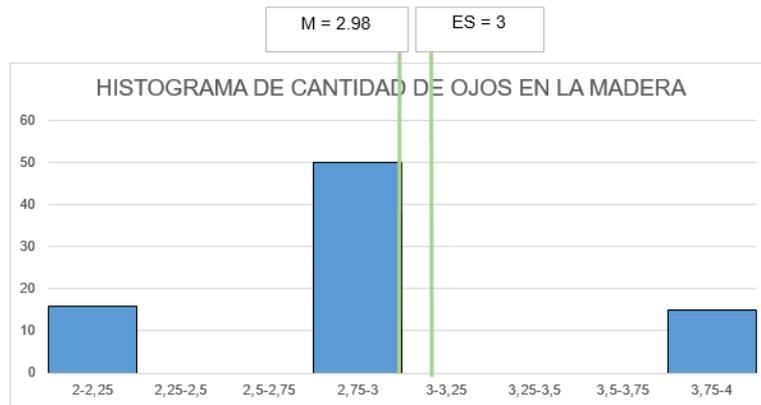
N°	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	N° promedio de ojos en las tablas de madera de las parihuelas
1	2	3	1	0	3	2	1	2	2	0	3	3	2	2	2
2	1	0	0	2	0	0	1	2	3	2	1	2	1	0	1
3	2	0	3	2	1	1	0	0	0	3	2	1	1	2	1
4	3	1	3	0	2	0	0	0	2	3	0	2	0	0	1
5	3	0	0	1	1	3	0	3	2	1	1	0	2	3	1
6	2	1	1	3	1	1	1	0	2	3	0	1	3	2	2
7	2	0	2	0	2	3	0	3	3	3	1	2	1	2	2
8	3	3	0	0	1	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2
9	0	1	3	0	1	1	3	1	1	2	1	0	1	1	1
10	0	3	0	0	1	2	0	0	0	0	3	3	3	2	1
11	0	1	3	1	2	0	3	3	0	2	3	1	1	3	2
12	2	3	1	1	0	3	3	0	1	2	1	3	1	1	2
13	3	1	2	3	1	3	1	1	1	1	3	0	0	3	2
14	3	0	3	1	1	2	3	0	3	2	0	1	0	0	1
15	0	0	1	3	2	3	0	1	0	3	3	2	3	0	2
16	3	0	0	0	3	1	1	0	2	1	1	0	1	3	1
17	2	3	2	1	2	3	3	0	1	2	2	0	3	1	2
18	3	1	2	2	2	3	3	3	1	2	3	0	0	1	2
19	2	0	2	1	3	0	0	0	3	0	0	2	2	0	1
20	0	0	1	1	0	0	1	2	3	1	0	1	1	0	1
21	3	1	1	2	3	3	3	1	3	1	2	0	1	3	2
22	1	1	1	0	0	0	1	0	2	3	0	2	1	1	1
23	2	1	0	1	0	2	3	0	3	2	2	3	2	1	2
24	1	0	1	2	2	3	3	0	0	2	1	3	0	2	1
25	3	1	0	0	1	3	1	2	1	3	3	1	2	2	2
26	3	1	1	0	0	0	3	3	3	3	0	3	3	1	2
27	0	2	2	3	0	3	2	0	3	1	1	2	3	0	2
28	3	0	0	0	3	1	1	2	3	3	1	3	2	1	2
29	1	1	3	3	3	0	2	2	2	0	3	2	2	3	2
30	3	0	1	3	0	2	1	2	0	1	1	0	1	0	1
31	2	2	3	0	2	2	3	1	2	0	0	3	3	2	2
32	1	0	1	1	0	1	1	3	3	2	3	0	3	0	1
33	2	3	2	1	1	2	2	2	0	0	2	1	3	0	2
34	3	1	0	2	1	3	2	0	0	2	2	0	0	1	1
35	0	3	0	3	1	1	2	2	0	1	1	0	1	1	1
36	0	3	0	1	2	3	0	1	0	1	2	2	3	1	1
37	0	1	2	2	1	1	1	2	2	2	3	1	3	3	2
38	3	2	1	1	1	3	3	2	2	3	0	0	1	0	2
39	3	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	2	0	1
40	3	2	2	0	3	3	2	1	0	1	1	1	0	2	2
41	2	0	0	1	1	3	0	2	2	0	2	3	0	2	1
42	1	0	1	0	0	2	2	0	1	0	3	3	0	0	1
43	1	0	1	2	1	1	2	1	0	0	1	2	2	1	1
44	2	0	3	2	3	0	0	2	2	1	0	3	1	1	1
45	1	2	1	3	1	0	0	1	1	3	0	2	1	3	1
46	1	0	0	1	1	3	0	2	1	1	2	1	0	2	1
47	2	3	2	3	2	2	2	2	2	1	0	3	2	2	2

48	2	2	0	1	1	1	2	0	2	2	1	1	1	0	1
49	3	0	2	1	0	0	1	1	3	3	0	1	1	3	1
50	2	0	2	1	0	3	2	2	2	3	1	2	0	1	2
51	1	2	1	3	2	1	1	1	3	1	0	3	0	3	2
52	2	3	2	1	1	1	1	2	1	2	2	3	3	3	2
53	3	3	1	0	3	2	1	1	2	0	2	3	0	1	2
54	1	2	1	1	2	0	1	3	2	1	1	3	2	2	2
55	2	3	0	1	0	3	2	0	2	3	0	1	1	1	1
56	3	1	1	3	2	1	3	2	2	3	1	0	1	2	2
57	2	0	1	1	1	2	0	0	1	3	1	3	2	2	1
58	2	0	1	2	0	2	2	3	2	1	0	2	0	3	1
59	1	2	2	0	3	3	1	3	3	3	3	3	2	2	2
60	1	3	1	0	2	3	1	2	0	1	3	2	3	0	2
61	1	3	0	3	2	0	3	2	0	1	2	1	0	3	2
62	0	3	2	2	3	3	2	3	1	1	2	2	0	2	2
63	0	0	0	1	0	0	2	3	1	3	0	3	2	1	1
64	1	3	1	1	2	2	0	0	2	2	2	1	3	2	2
65	2	3	2	2	0	0	1	1	0	1	2	3	0	3	1
66	1	1	1	3	3	0	0	3	2	2	3	2	1	3	2
67	3	2	0	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	3	2
68	0	0	2	2	0	3	0	1	0	2	1	0	2	0	1
69	1	0	2	2	1	0	3	0	2	0	3	3	0	3	1
70	2	3	1	3	3	3	1	0	1	3	2	0	1	3	2
71	2	2	1	3	2	1	1	1	0	2	0	3	0	1	1
72	3	0	1	1	0	0	1	1	1	2	1	3	2	2	1
73	0	2	3	2	0	0	3	0	3	3	3	3	1	1	2
74	2	2	3	0	1	3	3	1	1	2	3	3	2	0	2
75	1	1	0	0	3	1	0	2	2	1	2	3	1	2	1
76	0	2	2	3	0	1	2	3	2	1	3	3	3	3	2
77	0	3	3	0	2	2	2	3	2	2	0	1	1	0	2
78	0	3	0	0	3	3	0	1	2	2	0	1	1	0	1
79	1	2	3	2	0	1	1	3	3	2	3	2	0	1	2
80	1	0	3	3	2	2	3	1	1	1	0	1	0	0	1
81	2	3	0	2	1	2	1	2	1	0	1	3	3	1	2
PROMEDIO															1

- **Técnica N°2: Histograma**

Se decidió aplicar una Histograma para así poder tener un mejor control de los datos que arrojaron las muestras. En este caso se puede observar que la muestra analizada no cumple con la especificación superior. Por lo tanto, el proceso de armado de parihuelas en base a los ojos promedio de las tablas no cumple con las especificaciones dictadas por la empresa por lo que el proceso no es capaz o estable.

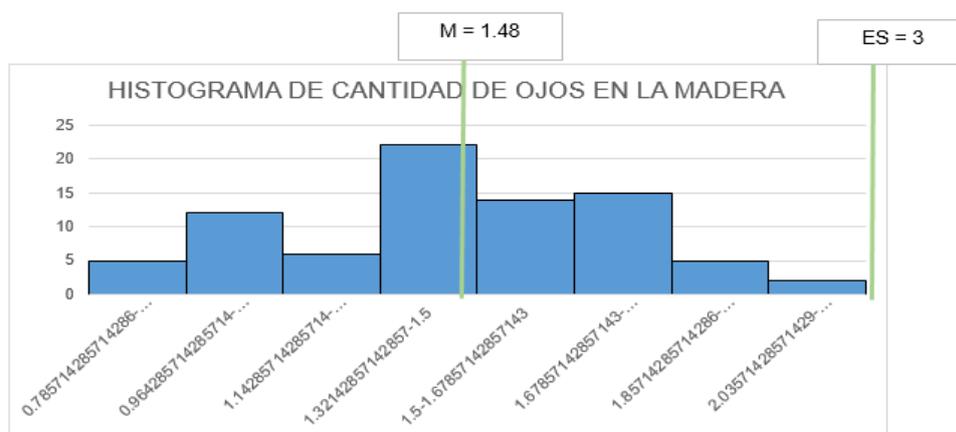
Gráfico N° 20: Histograma del Proceso de Armado



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que con la hoja de registro, y también por las razones que se explicaron anteriormente, se realizó un histograma en base a un escenario donde todas las muestras cumplieren con las especificaciones. A partir de este nuevo histograma se determinó que el proceso de armado de parihuelas en base a los ojos promedio de las tablas cumple con las especificaciones dictadas por la empresa por lo que el proceso es capaz o estable. Por otro lado, los datos no siguen una distribución normal.

Gráfico N°21: Histograma del Proceso de Armado – Simulación

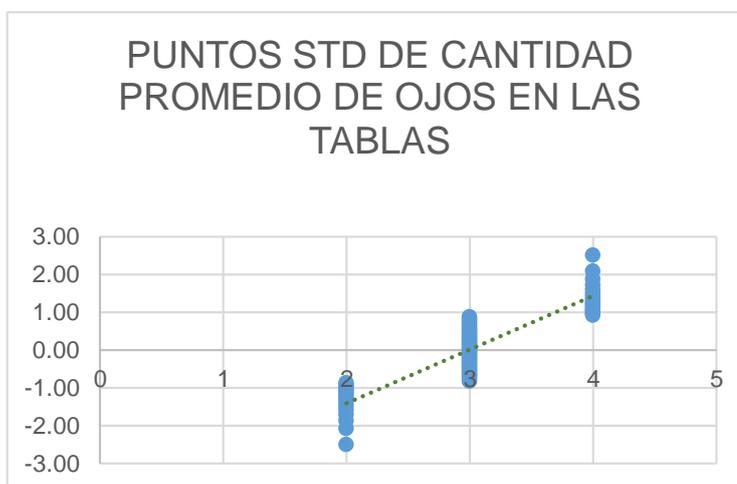


Fuente: Elaboración propia

- **Técnica N°3: Diagrama de Dispersión**

Además también se aplicó un Diagrama de Dispersión en el que se puede comprobar que, en efecto, los datos no siguen una línea de tendencia normal.

Diagrama N° 33: Diagrama de dispersión del Proceso de Armado



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que con la hoja de registro y el histograma, y también por las razones que se explicaron anteriormente, se realizó un diagrama de dispersión en base a un escenario donde todas las muestras cumplieren con las especificaciones. A partir de este nuevo diagrama se determinó que,

a pesar de cumplir con las especificaciones, los datos analizados tampoco siguen una tendencia normal.

Diagrama N°34: Diagrama de dispersión del Proceso de Armado - Simulación



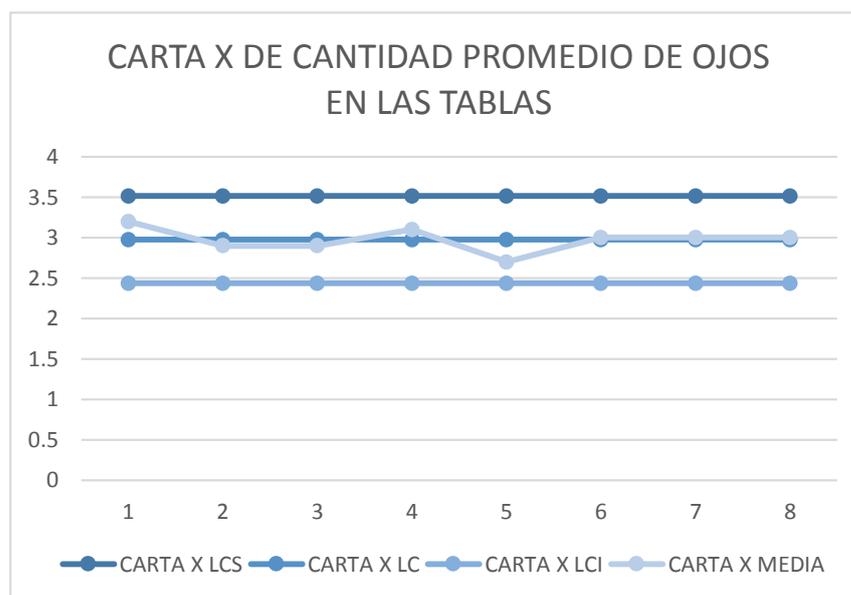
Fuente: Elaboración propia

- **Técnica N°4: Cartas de Control:**

Además, se decidió aplicar Cartas de Control para ver si existía presencia de causas asignables tanto en el proceso. Se aplicó la Carta de Control X-R debido a que la muestra es 8, por lo que es menor de 10 cumpliendo el criterio de la Carta de Control X-R. Se determinó que, en efecto, sí existían causas asignables lo que significa que las muestras evaluadas no se encuentran dentro de los límites de control.

Al analizar la Carta X se puede observar que el proceso de armado, en base a la cantidad promedio del número de ojos en las tablas que conforman una parihuela, es estable debido a que solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites. Sin embargo esto solo es en base a los límites de control teóricos más no en base a las especificaciones de la empresa. Por lo tanto, no es un proceso capaz o estable.

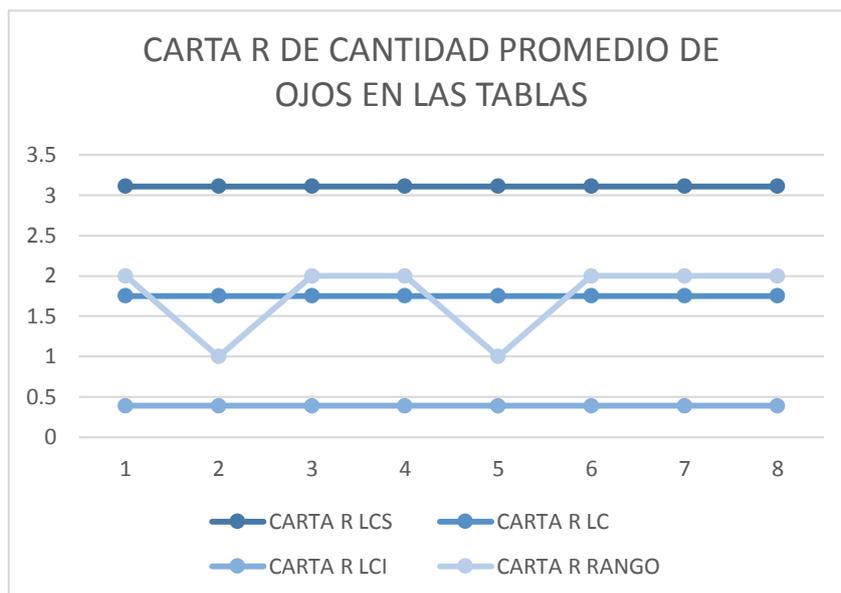
Diagrama N°35: Carta de Control X del Proceso de Armado



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta R se puede observar que el proceso de armado, en base a la cantidad promedio del número de ojos en las tablas que conforman una parihuela, es estable debido a que solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites. Sin embargo esto solo es en base a los límites de control teóricos más no en base a las especificaciones de la empresa. Por lo tanto, no es un proceso capaz o estable.

Diagrama N° 36: Carta de Control R del Proceso de Armado



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se analizó tanto la capacidad potencial como la capacidad real del proceso.

Tabla N° 86: Capacidad potencial y real del Proceso de Armado

CAPACIDAD POTENCIAL (Cp)	0,83
CAPACIDAD REAL (Cpk)	0,01
Cpki	1,64
Cpks	0,01

Fuente: Elaboración propia

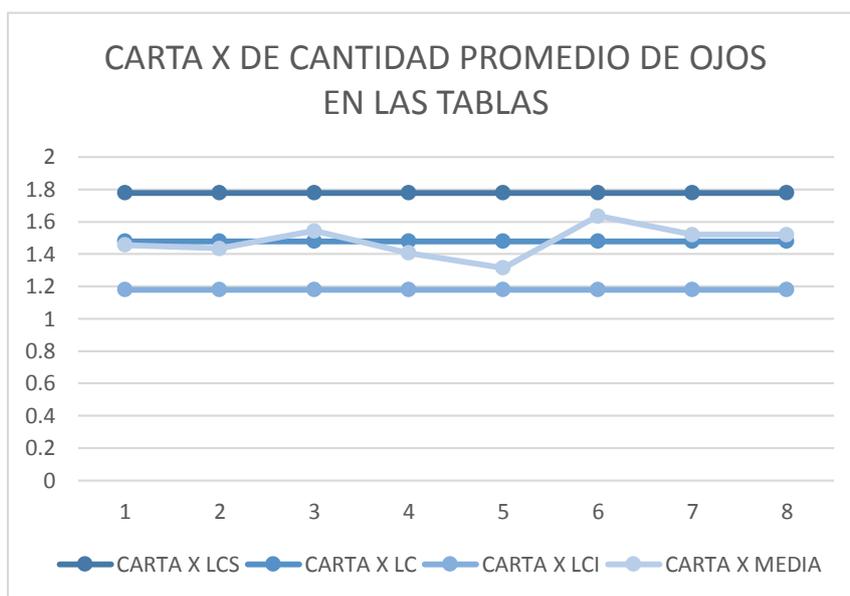
A partir de lo analizado se determinó que:

- La capacidad potencial del proceso no es adecuada ya que es menor a 1.33
- La capacidad real del proceso no es adecuada ya que es menor a 1
- Cp y Cpk son diferentes por lo tanto el proceso es descentrado

De la misma manera que con la hoja de registro, el histograma y el diagrama de dispersión, y también por las razones que se explicaron anteriormente, se realizaron cartas de control en base a un escenario donde todas las muestras cumplieren con las especificaciones.

En este escenario, al analizar la Carta X se puede observar que el proceso de armado, en base a la cantidad promedio del número de ojos en los listones que conforman una parihuela, es estable debido a que solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control y las especificaciones de la empresa

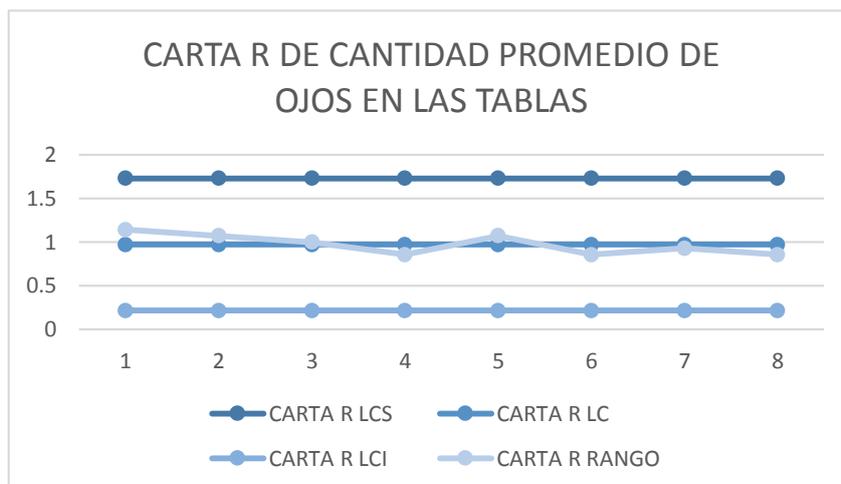
Diagrama N° 37: Carta de Control X del Proceso de Armado – Simulación



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta R se puede observar que el proceso de armado, en base a la cantidad promedio del número de ojos en los listones que conforman una parihuela, es estable debido a que solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control y las especificaciones de la empresa.

Diagrama N°38: Carta de Control R del Proceso de Armado Simulación



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se analizó tanto la capacidad potencial como la capacidad real del proceso simulado.

Tabla N° 87: Capacidad potencial y real del Proceso de Armado – Simulación

CAPACIDAD POTENCIAL (Cp)	1,6
CAPACIDAD REAL (Cpk)	1,6
Cpki	1,6
Cpks	1,6

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo analizado se determinó que:

- La capacidad potencial del proceso sí es adecuada ya que es mayor a 1.33
- La capacidad real del proceso sí es adecuada ya que es mayor a 1
- Cp Y Cpk son iguales por lo tanto el proceso es centrado

Control Estadístico de la Calidad en el tratamiento térmico de las parihuelas

- **Técnica N°1: Hoja de Registro**

Se tomaron muestras del porcentaje de humedad de 81 parihuelas. Las cuales debían tener un máximo de 35% de humedad, ya que si estaba muy húmeda la parihuela podría presentar hongos, y un mínimo de 25% de humedad, ya que si fuese menos la parihuela podría romperse. Lo que indica un valor nominal de 30 y una tolerancia de +/- 5 de las 14 tablas que conforman la parihuela para así empezar a analizar si estas cumplían las especificaciones de que existan máximo 3 ojos por tabla ya que caso contrario el riesgo de que esta se rompa aumentaba lo que provocaría reprocesos.

Tabla N° 88: Especificaciones sobre el porcentaje de humedad de la madera

Especificaciones	Porcentaje de humedad	
Valor Nominal	0,3	30%
Tolerancia	0,05	5%
Especificación superior	0,35	35%
Especificación inferior	0,25	25%

Fuente: Elaboración propia

A partir de la hoja de registro se obtuvo un promedio de humedad en la madera de 31%, lo que se encuentra dentro de las especificaciones. Sin embargo, también existen muestras que superan la especificación superior las harán que continuando con el análisis aparezcan causas asignables. Por lo tanto, también se desarrolló una hoja de registro en un escenario donde todas las muestras cumplían con las especificaciones, lo que se lograría progresivamente con un mayor control de los procesos y con la capacitación previamente presentada, con el motivo de también evaluar el proceso cuando es capaz o estable y así determinar cuál sería el beneficio para la empresa al aplicar control estadístico de la calidad.

Tabla N°89: Hoja de Registro del Proceso de tratamiento térmico

N°	Porcentaje de humedad	
1	0,35	35%
2	0,3	30%
3	0,37	37%
4	0,33	33%
5	0,28	28%
6	0,36	36%
7	0,33	33%
8	0,35	35%
9	0,27	27%
10	0,29	29%
11	0,36	36%
12	0,32	32%
13	0,3	30%
14	0,27	27%
15	0,32	32%
16	0,34	34%
17	0,28	28%
18	0,34	34%
19	0,36	36%
20	0,35	35%
21	0,25	25%
22	0,35	35%
23	0,26	26%
24	0,29	29%
25	0,28	28%
26	0,37	37%
27	0,28	28%
28	0,28	28%
29	0,36	36%
30	0,25	25%
31	0,31	31%
32	0,34	34%
33	0,37	37%
34	0,26	26%
35	0,34	34%
36	0,27	27%
37	0,28	28%
38	0,34	34%
39	0,31	31%
40	0,25	25%
41	0,26	26%
42	0,36	36%
43	0,36	36%
44	0,37	37%

45	0,28	28%
46	0,29	29%
47	0,34	34%
48	0,28	28%
49	0,34	34%
50	0,32	32%
51	0,27	27%
52	0,28	28%
53	0,33	33%
54	0,36	36%
55	0,33	33%
56	0,3	30%
57	0,27	27%
58	0,35	35%
59	0,34	34%
60	0,26	26%
61	0,36	36%
62	0,29	29%
63	0,34	34%
64	0,27	27%
65	0,36	36%
66	0,3	30%
67	0,31	31%
68	0,3	30%
69	0,28	28%
70	0,3	30%
71	0,35	35%
72	0,33	33%
73	0,37	37%
74	0,32	32%
75	0,36	36%
76	0,28	28%
77	0,34	34%
78	0,34	34%
79	0,33	33%
80	0,3	30%
81	0,26	26%
PROMEDIO		31%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°90: Hoja de Registro del Proceso de tratamiento térmico – Simulación

N°	Porcentaje de humedad	
1	0,31	31%
2	0,34	34%
3	0,34	34%
4	0,34	34%
5	0,33	33%
6	0,27	27%
7	0,30	30%
8	0,28	28%
9	0,32	32%
10	0,33	33%
11	0,32	32%
12	0,32	32%
13	0,27	27%
14	0,33	33%
15	0,34	34%
16	0,34	34%
17	0,31	31%
18	0,27	27%
19	0,28	28%
20	0,33	33%
21	0,30	30%
22	0,31	31%
23	0,34	34%
24	0,33	33%
25	0,33	33%
26	0,32	32%
27	0,34	34%
28	0,27	27%
29	0,31	31%
30	0,34	34%
31	0,28	28%
32	0,30	30%
33	0,31	31%
34	0,27	27%
35	0,33	33%
36	0,30	30%
37	0,27	27%
38	0,31	31%
39	0,27	27%
40	0,27	27%
41	0,30	30%
42	0,31	31%
43	0,31	31%
44	0,29	29%
45	0,30	30%
46	0,31	31%
47	0,30	30%
48	0,27	27%
49	0,31	31%
50	0,27	27%
51	0,30	30%
52	0,32	32%
53	0,27	27%
54	0,33	33%

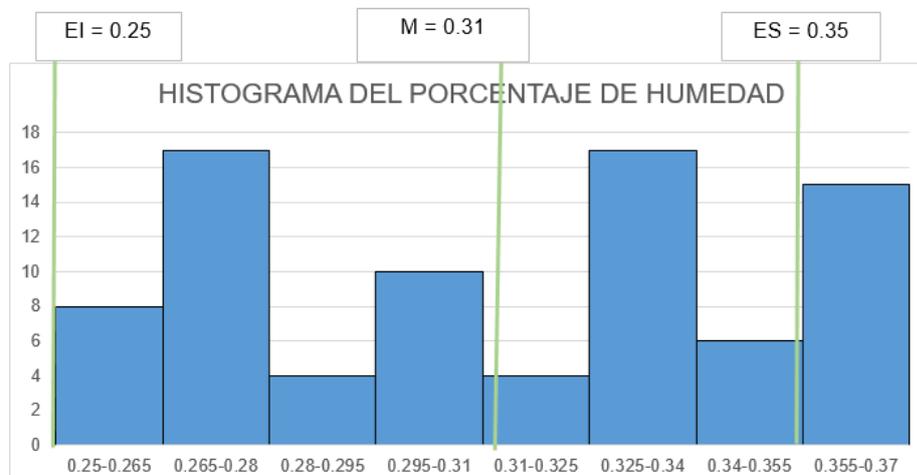
55	0,29	29%
56	0,29	29%
57	0,33	33%
58	0,31	31%
59	0,28	28%
60	0,28	28%
61	0,27	27%
62	0,31	31%
63	0,29	29%
64	0,31	31%
65	0,33	33%
66	0,31	31%
67	0,30	30%
68	0,32	32%
69	0,29	29%
70	0,28	28%
71	0,31	31%
72	0,27	27%
73	0,33	33%
74	0,32	32%
75	0,33	33%
76	0,32	32%
77	0,33	33%
78	0,27	27%
79	0,27	27%
80	0,33	33%
81	0,33	33%
PROMEDIO		31%

Fuente: Elaboración propia

- **Técnica N°2: Histograma**

Se decidió aplicar una Histograma para así poder tener un mejor control de los datos que arrojaron las muestras. En este caso se puede observar que la muestra analizada no cumple con la especificación superior. Por lo tanto, el proceso de exponer las parihuelas a 56 °C dentro de la cámara de tratamiento térmico no cumple con las especificaciones dictadas por la empresa por lo que el proceso no es capaz o estable. Por otro lado, los datos no siguen una distribución normal.

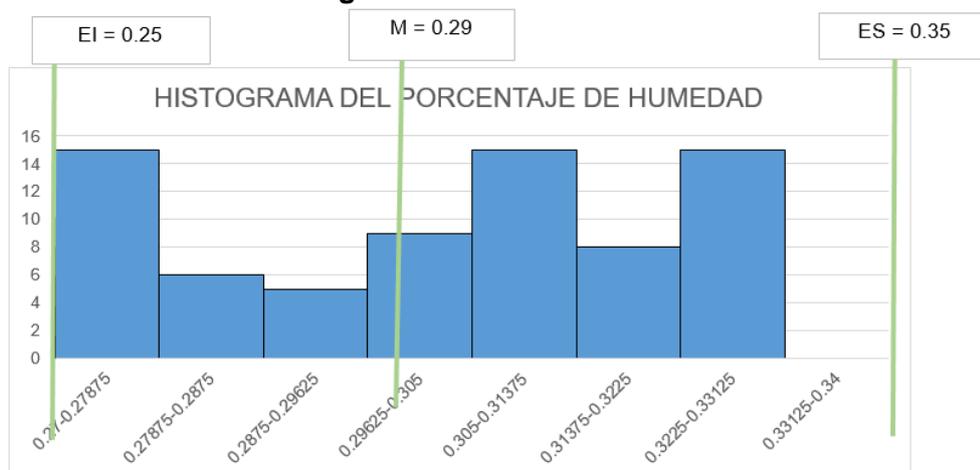
Gráfico N°22: Histograma del Proceso de tratamiento térmico



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que con la hoja de registro, y también por las razones que se explicaron anteriormente, se realizó un histograma en base a un escenario donde todas las muestras cumplieren con las especificaciones. A partir de este nuevo histograma se determinó que el proceso de exponer las parihuelas a 56 °C dentro de la cámara de tratamiento térmico cumple con las especificaciones dictadas por la empresa por lo que el proceso es capaz o estable. Por otro lado, los datos no siguen una distribución normal.

Gráfico N°23: Histograma del Proceso de tratamiento térmico

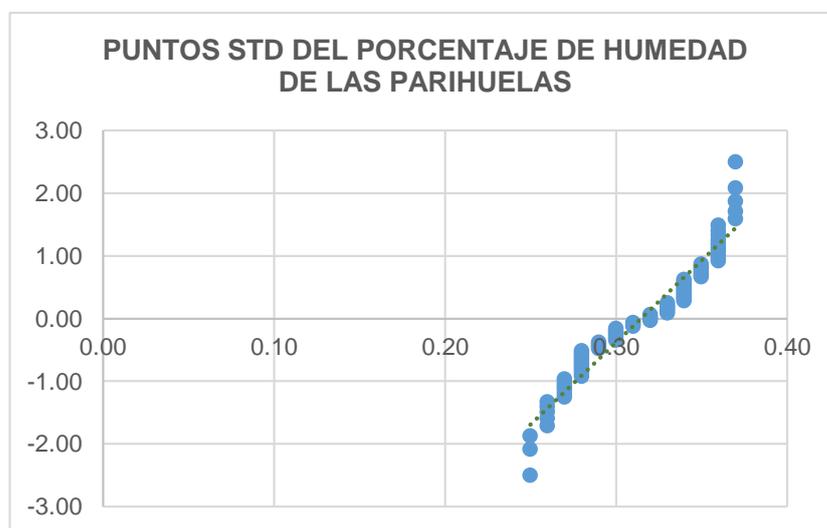


Fuente: Elaboración propia

- **Técnica N°3: Diagrama de Dispersión**

Además también se consideró conveniente aplicar un Diagrama de Dispersión en el que se puede comprobar que, en efecto, los datos no siguen una línea de tendencia normal.

Diagrama N°39: Diagrama de dispersión del proceso de tratamiento térmico

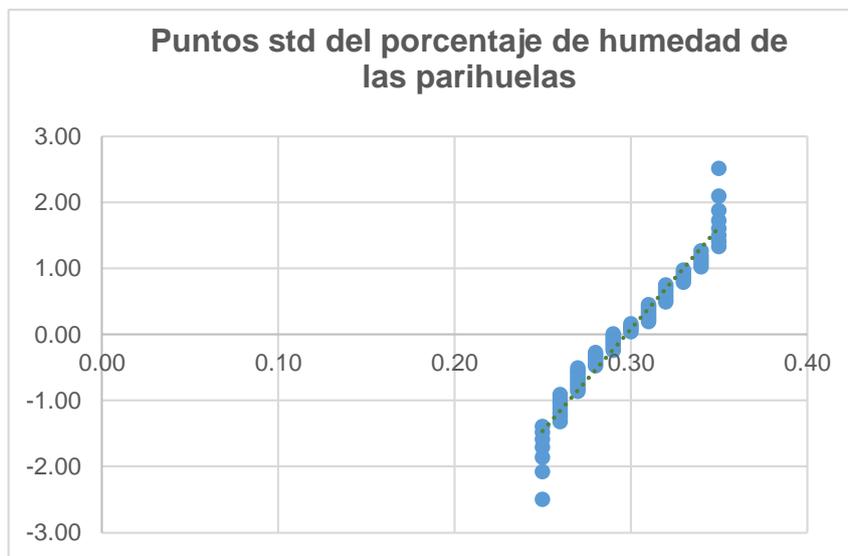


Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que con la hoja de registro y el histograma, y también por las razones que se explicaron anteriormente, se realizó un diagrama de dispersión en base a un escenario donde todas las muestras cumplieren

con las especificaciones. A partir de este nuevo diagrama se determinó que, a pesar de cumplir con las especificaciones, los datos analizados tampoco siguen una tendencia normal.

Diagrama N°40: Diagrama de dispersión del proceso de tratamiento térmico - Simulación



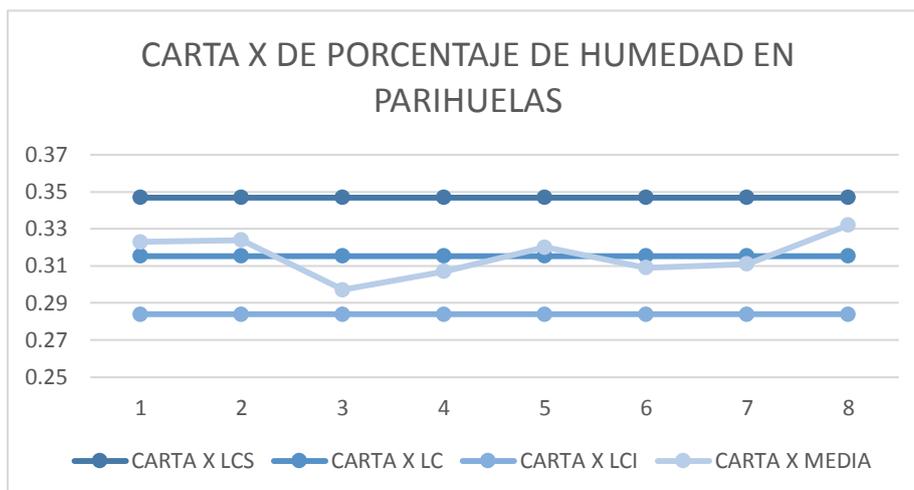
Fuente: Elaboración propia

- **Técnica N°4: Cartas de Control**

Además, se decidió aplicar Cartas de Control para ver si existía presencia de causas asignables tanto en el proceso. Se aplicó la Carta de Control X-R debido a que la muestra es 8, por lo que es menor de 10 cumpliendo el criterio de la Carta de Control X-R. Se determinó que, en efecto, sí existían causas asignables lo que significa que las muestras evaluadas no se encuentran dentro de los límites de control.

Al analizar la Carta X se puede observar que el proceso de tratamiento térmico, en base al porcentaje de humedad de las parihuelas solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control. Sin embargo esto solo es en base a los límites de control teóricos más no en base a las especificaciones de la empresa por lo tanto, no es un proceso capaz o estable.

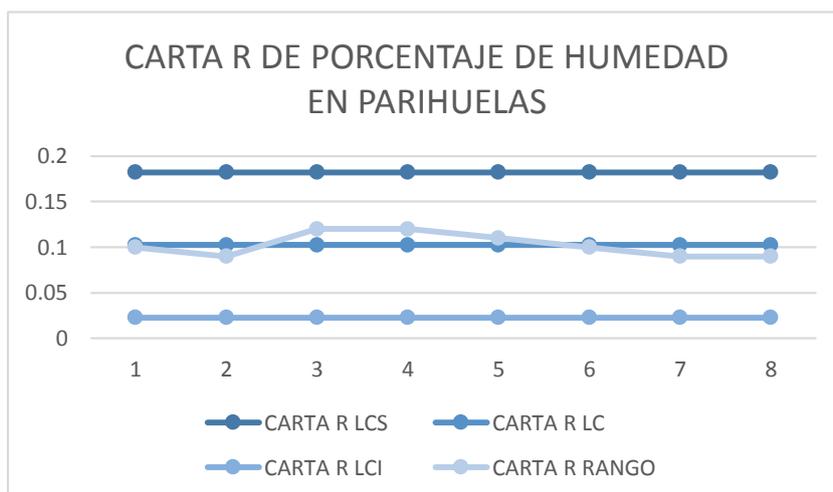
Diagrama N° 41: Carta de Control X del proceso de tratamiento térmico



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta R se puede observar que el proceso de tratamiento térmico, en base al porcentaje de humedad de las parihuelas solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control. Sin embargo esto solo es en base a los límites de control teóricos más no en base a las especificaciones de la empresa por lo tanto, no es un proceso capaz o estable.

Diagrama N°42: Carta de Control R del proceso de tratamiento térmico



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se analizó tanto la capacidad potencial como la capacidad real del proceso.

Tabla N°91: Capacidad potencial y real del proceso de tratamiento térmico

CAPACIDAD POTENCIAL (Cp)	0,5
CAPACIDAD REAL (Cpk)	0,3
Cpks	0,3
Cpki	0,6

Fuente: Elaboración propia

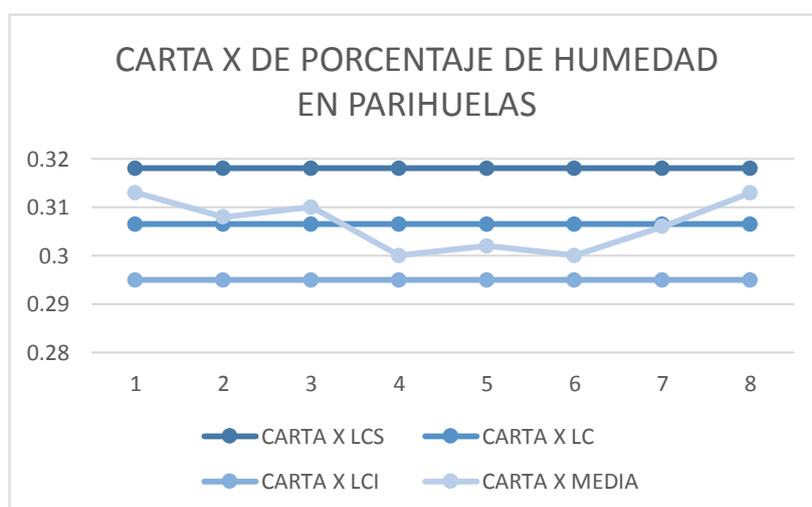
A partir de lo analizado se determinó que:

- La capacidad potencial del proceso no es adecuada ya que es menor a 1.33.
- La capacidad real del proceso no es adecuada ya que es menor a 1.
- Cp y Cpk son diferentes por lo tanto el proceso es descentrado.

De la misma manera que con la hoja de registro, el histograma y el diagrama de dispersión, y también por las razones que se explicaron anteriormente, se realizaron cartas de control en base a un escenario donde todas las muestras cumplieren con las especificaciones.

En este escenario, al analizar la Carta X se puede observar que el proceso de tratamiento térmico, en base al porcentaje de humedad de las parihuelas solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control y las especificaciones de la empresa

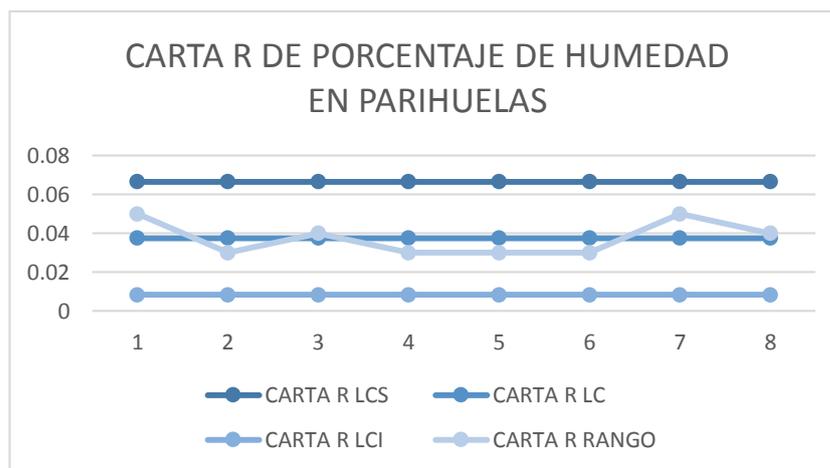
Diagrama N° 43: Carta de Control X del proceso de tratamiento térmico – Simulación



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta R se puede observar que el proceso de tratamiento térmico, en base al porcentaje de humedad de las parihuelas solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control y las especificaciones de la empresa.

Diagrama N° 44: Carta de Control R del proceso de tratamiento térmico – Simulación



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se analizó tanto la capacidad potencial como la capacidad real del proceso simulado.

Tabla N°92: Capacidad potencial y real del proceso de tratamiento térmico – Simulación

CAPACIDAD POTENCIAL (Cp)	1,4
CAPACIDAD REAL (Cpk)	1,2
Cpks	1,2
Cpki	1,5

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo analizado se determinó que:

- La capacidad potencial del proceso sí es adecuada ya que es mayor a 1.33
- La capacidad real del proceso sí es adecuada ya que es mayor a 1
- Cp y Cpk son diferentes por lo tanto el proceso es descentrado.

Después de haber aplicado todas estas técnicas se determinó que el costo recuperado de la empresa si aplicara Control Estadístico de la Calidad a los procesos de Armado con respecto a la cantidad promedio de ojos en las tablas de madera de las parihuelas y de exponer las parihuelas a 56 °C dentro de la cámara de tratamiento térmico sería de S/. 869.34 mensualmente.

Tabla N°93: Costo recuperado por aplicar Control Estadístico de la Calidad a su Estación de Armado

COSTO RECUPERADO	MENSUAL	ANUAL
Cambiado de tabla	S/. 124.64	S/. 1,495.68
Lijado	S/. 49.60	S/. 595.2
No corregible	S/. 695.10	S/. 7,909.2
TOTAL	S/. 869.34	S/. 10,000.08

Fuente: Elaboración propia

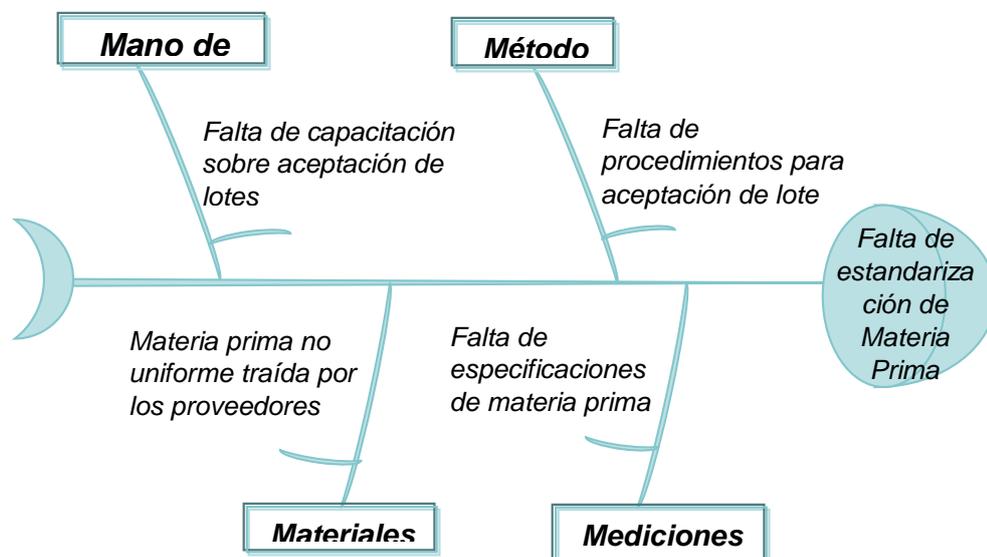
Metodología: Aseguramiento de la Calidad

- **Técnica N°1: Diagrama Causa - Efecto**

Se inició esta metodología aplicando el diagrama Causa – Efecto únicamente en este criterio, para así poder determinar cuáles eran las causas raíces que influían directamente en la falta de estandarización de materia prima.

A partir de este se pudo identificar cuatro causas raíces, siendo estas: la falta de capacitación sobre aceptación de lotes (Mano de obra), la falta de procedimientos para aceptación de lote (Métodos), la materia prima no uniforme traída por los proveedores (Materiales) y la falta de especificaciones de materia prima (Medición).

Diagrama N°45: Diagrama Causa – Efecto de la Falta de Estandarización de Materia Prima

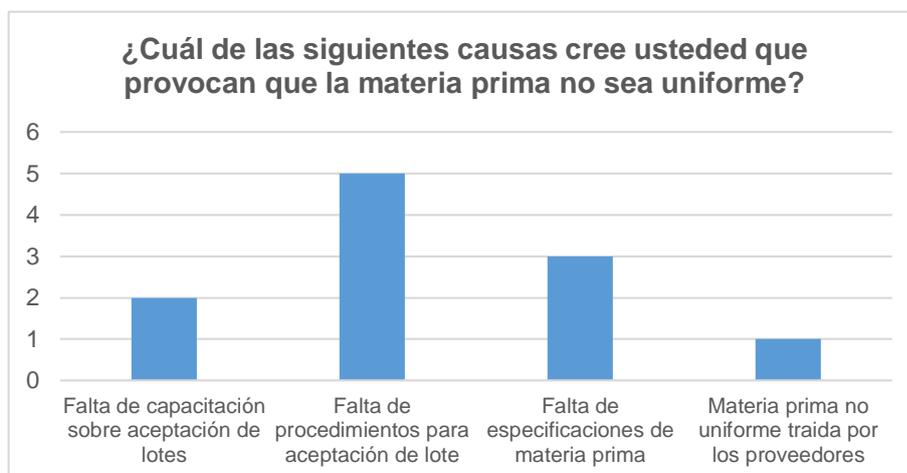


Fuente: Elaboración propia

- **Técnica N°2: Pareto**

A partir de definir cuáles eran las causas que provocaban la falta de estandarización en la materia prima se deseó determinar cuáles eran las que tenían mayor influencia para así poder priorizar al momento de buscar soluciones. Es por ello que se decidió desarrollar un Diagrama de Pareto a partir de una medición subjetiva que fue resultado de una encuesta, aplicada a todos los trabajadores de la empresa incluyendo a los superiores, donde se cuestiona cuál era la principal causa que hacía que la materia prima no sea uniforme. Los resultados de dicha encuesta serán mostrados en el siguiente cuadro.

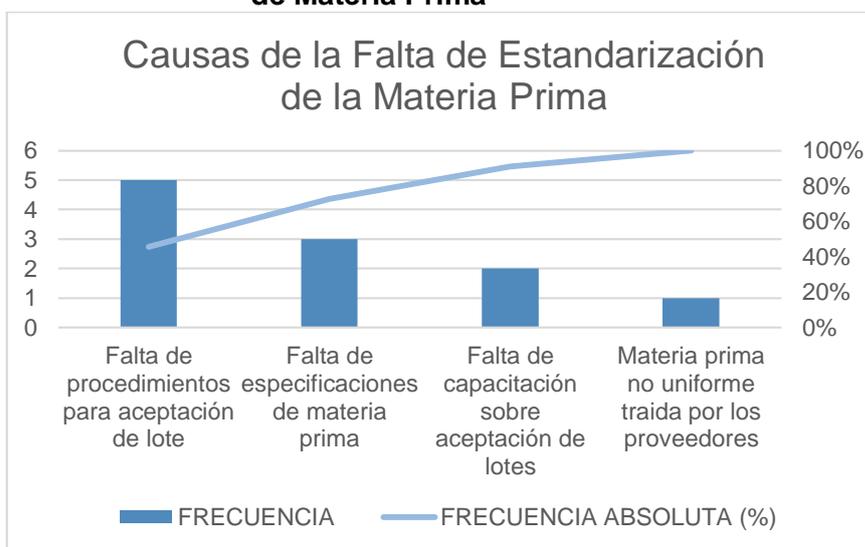
Diagrama N°46: Encuesta sobre las principales causas de la Falta de Estandarización de Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, partiendo de esta encuesta fue posible desarrollar una Diagrama de Pareto en el que se determinó que las dos principales causas eran la falta de procedimientos de estandarización de lote (Métodos) y la falta de especificaciones de materia prima (Médiciones).

Diagrama N°47: Diagrama de Pareto de las causas de la Falta de Estandarización de Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

- **Técnica N°3: Hoja de Registro**

Dado que las dos principales causas de la falta de estandarización de materia prima son en relación a mediciones y métodos se decidió desarrollar un formato de control, cuyo llenado debe ser una parte crucial al momento de decidir si se debe aceptar un lote o no. Es por ello que se determinó que la empresa debe implementar una Hoja de Registro, en la que en base al diámetro y largo de una muestra de 81 troncos, se decidirá se el lote debe o no ser aceptado. Por otro lado, también se tuvo que determinar cuáles deben ser las especificaciones para cada medida, para así poder determinar que parámetros debe cumplir la materia prima al momento de ser evaluada. Consecuentemente, se realizó una evaluación de la materia prima del mes de octubre y se determinó que esta no debió ser aceptada. Por lo tanto, también se desarrolló un una hoja de registro en un escenario donde todas las muestras cumplían con las especificaciones, lo que se lograría progresivamente mediante la comunicación de los estándares a los proveedores, con el motivo de determinar cuál sería el beneficio para la empresa si aplicara aseguramiento de la calidad. (Ver Tabla N°96).

Tabla N°94: Especificaciones de la Materia Prima

Especificaciones	Diámetro		Longitud	
	Pulgadas	Centímetros	Pulgadas	Centímetros
Valor Nominal	8	20.32	98.43	250
Tolerancia	2	5.08	3.94	10
Especificación Inferior	6	15.24	94.49	240

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°95: Hoja de Control de Materia Prima

HOJA DE CONTROL					
FECHA	03/10/2017		UND TOTALES	200 UND	
LOTE	A0001		PROCEDENCIA	TRANDIAZ	
PROVEEDOR	TRANDIAZ				
N° TRONCO	LARGO	APROBADO	DIÁMETRO	APROBADO	APROBADO
1	253	SI	18,5	SI	SI
2	252	SI	28,6	SI	SI
3	250,5	SI	25,5	SI	SI
4	254	SI	26,4	SI	SI
5	252	SI	14,6	NO	NO
6	252,5	SI	16,4	SI	SI
7	251	SI	16,5	SI	SI
8	251	SI	23,6	SI	SI
9	253	SI	30	SI	SI
10	252	SI	23,2	SI	SI
11	250,5	SI	28,4	SI	SI
12	250	SI	19,3	SI	SI
13	252	SI	18,6	SI	SI
14	251	SI	16,7	SI	SI
15	252	SI	20	SI	SI
16	255,2	SI	27	SI	SI
17	253,4	SI	24,1	SI	SI
18	251,7	SI	20,9	SI	SI
19	248,5	SI	31,4	SI	SI
20	250,2	SI	29	SI	SI
21	253,4	SI	29,5	SI	SI
22	252	SI	20,6	SI	SI
23	253	SI	27,8	SI	SI
24	248	SI	26,9	SI	SI
25	251,8	SI	19,6	SI	SI
26	250,4	SI	22,8	SI	SI
27	251,5	SI	20,5	SI	SI
28	253	SI	26,3	SI	SI
29	255	SI	23	SI	SI
30	255,2	SI	17,6	SI	SI
31	252	SI	20,8	SI	SI
32	250,5	SI	23	SI	SI
33	253	SI	35	SI	SI
34	245,9	SI	23	SI	SI
35	253,7	SI	21	SI	SI
36	251,1	SI	15,2	NO	NO
37	252,3	SI	17,6	SI	SI
38	253,5	SI	17	SI	SI
39	250,8	SI	37,5	SI	SI
40	251,1	SI	25	SI	SI
41	255,5	SI	26,7	SI	SI
42	253,7	SI	14	NO	NO
43	253,5	SI	19,2	SI	SI
44	253,7	SI	24	SI	SI
45	253,5	SI	19,4	SI	SI
46	256,5	SI	27,7	SI	SI
47	247,5	SI	21,5	SI	SI
48	253	SI	26,5	SI	SI
49	252	SI	21,2	SI	SI
50	250	SI	22,1	SI	SI
51	253,3	SI	17,9	SI	SI
52	253	SI	23,8	SI	SI

53	254,4	SI	27,5	SI	SI
54	257	SI	25,4	SI	SI
55	234	NO	19,3	SI	NO
56	253,4	SI	26,9	SI	SI
57	253,7	SI	21	SI	SI
58	252	SI	30	SI	SI
59	253,5	SI	33	SI	SI
60	251	SI	28	SI	SI
61	251,8	SI	26,4	SI	SI
62	251	SI	54,7	SI	SI
63	253	SI	43,5	SI	SI
64	250,4	SI	31,2	SI	SI
65	253	SI	26,6	SI	SI
66	251,8	SI	53	SI	SI
67	249	SI	30	SI	SI
68	254	SI	28	SI	SI
69	252,6	SI	31	SI	SI
70	256	SI	22,1	SI	SI
71	253,2	SI	25,5	SI	SI
72	250	SI	32,5	SI	SI
73	251	SI	32,7	SI	SI
74	252	SI	29,4	SI	SI
75	250,5	SI	31,5	SI	SI
76	252,2	SI	34,8	SI	SI
77	253	SI	35,2	SI	SI
78	252	SI	23,2	SI	SI
79	250	SI	16,9	SI	SI
80	251	SI	15	NO	NO
81	250	SI	20,6	SI	SI
LOTE APROBADO					NO

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°96: Hoja de Control de Materia Prima – Simulación

HOJA DE CONTROL					
FECHA	03/10/2017		UND TOTALES	200 UND	
LOTE	A0001		PROCEDENCIA	TRANDIAZ	
PROVEEDOR	TRANDIAZ				
N° TRONCO	LARGO	APROBADO	DIÁMETRO	APROBADO	APROBADO
1	250	SI	24	SI	SI
2	241	SI	17	SI	SI
3	247	SI	25	SI	SI
4	242	SI	24	SI	SI
5	252	SI	20	SI	SI
6	244	SI	19	SI	SI
7	245	SI	22	SI	SI
8	245	SI	20	SI	SI
9	246	SI	21	SI	SI
10	242	SI	20	SI	SI
11	249	SI	19	SI	SI
12	242	SI	26	SI	SI
13	241	SI	16	SI	SI
14	244	SI	22	SI	SI
15	249	SI	20	SI	SI
16	241	SI	16	SI	SI
17	245	SI	20	SI	SI
18	252	SI	24	SI	SI
19	254	SI	21	SI	SI
20	247	SI	22	SI	SI
21	243	SI	16	SI	SI
22	250	SI	18	SI	SI
23	252	SI	21	SI	SI
24	255	SI	24	SI	SI
25	254	SI	21	SI	SI
26	245	SI	24	SI	SI
27	241	SI	19	SI	SI
28	252	SI	25	SI	SI
29	251	SI	16	SI	SI
30	254	SI	18	SI	SI
31	253	SI	26	SI	SI
32	240	SI	23	SI	SI
33	253	SI	24	SI	SI
34	243	SI	20	SI	SI
35	245	SI	20	SI	SI
36	243	SI	25	SI	SI
37	249	SI	20	SI	SI
38	250	SI	17	SI	SI
39	246	SI	17	SI	SI
40	248	SI	26	SI	SI
41	248	SI	26	SI	SI
42	251	SI	18	SI	SI
43	253	SI	20	SI	SI
44	252	SI	20	SI	SI
45	250	SI	19	SI	SI
46	255	SI	23	SI	SI
47	248	SI	22	SI	SI
48	253	SI	22	SI	SI
49	242	SI	18	SI	SI
50	246	SI	18	SI	SI
51	254	SI	24	SI	SI
52	251	SI	26	SI	SI

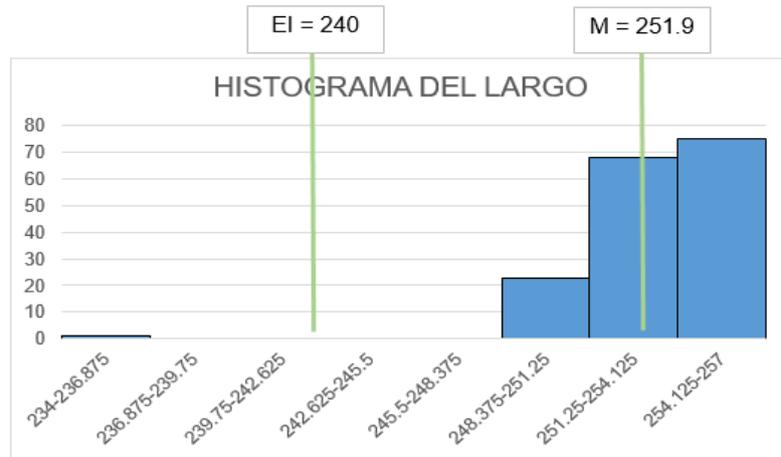
53	241	SI	17	SI	SI
54	244	SI	18	SI	SI
55	253	SI	21	SI	SI
56	241	SI	25	SI	SI
57	245	SI	16	SI	SI
58	240	SI	25	SI	SI
59	243	SI	17	SI	SI
60	253	SI	25	SI	SI
61	247	SI	23	SI	SI
62	251	SI	19	SI	SI
63	247	SI	18	SI	SI
64	255	SI	17	SI	SI
65	251	SI	25	SI	SI
66	251	SI	26	SI	SI
67	241	SI	21	SI	SI
68	240	SI	20	SI	SI
69	243	SI	24	SI	SI
70	252	SI	20	SI	SI
71	245	SI	18	SI	SI
72	245	SI	16	SI	SI
73	240	SI	18	SI	SI
74	248	SI	25	SI	SI
75	245	SI	24	SI	SI
76	248	SI	18	SI	SI
77	250	SI	22	SI	SI
78	245	SI	24	SI	SI
79	244	SI	24	SI	SI
80	253	SI	24	SI	SI
81	249	SI	18	SI	SI
LOTE APROBADO					SI

Fuente: Elaboración propia

- **Técnica N°4: Histograma**

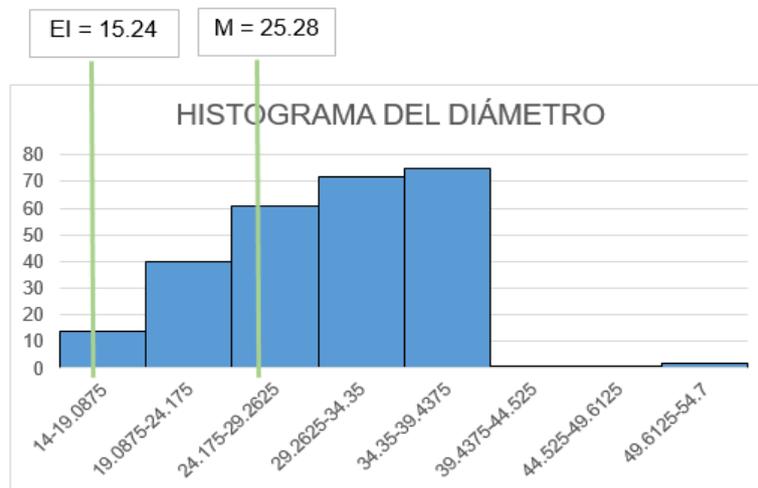
Se decidió aplicar una Histograma para así poder tener un mejor control de las variaciones en las medidas, tanto en el diámetro como en el largo, de la materia prima y lo que se determinó fue que ninguno de los grupos de datos siguen una distribución normal y que además no se cumplieran con las especificaciones previamente estipuladas.

Diagrama N°48: Histograma del Largo de la Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

Diagrama N°49: Histograma del Diámetro de la Materia Prima

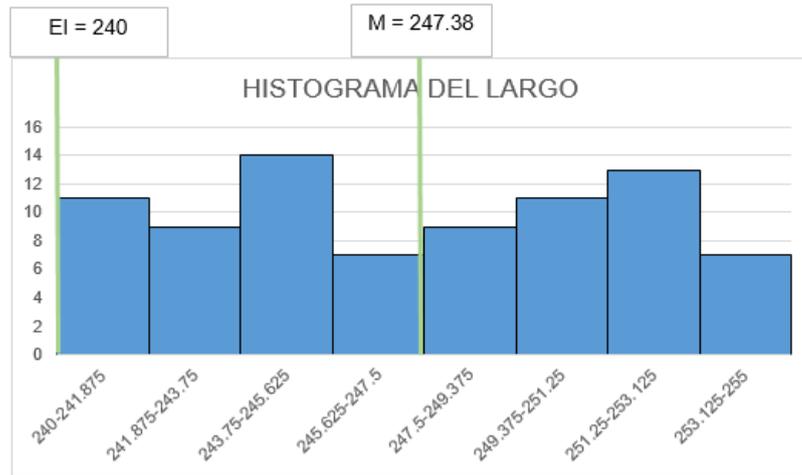


Fuente: Elaboración propia

Con la hoja de registro, y por las razones que se explicaron anteriormente, se realizó un histograma en base a un escenario donde todas las muestras cumplieran con las especificaciones. Con esto, se

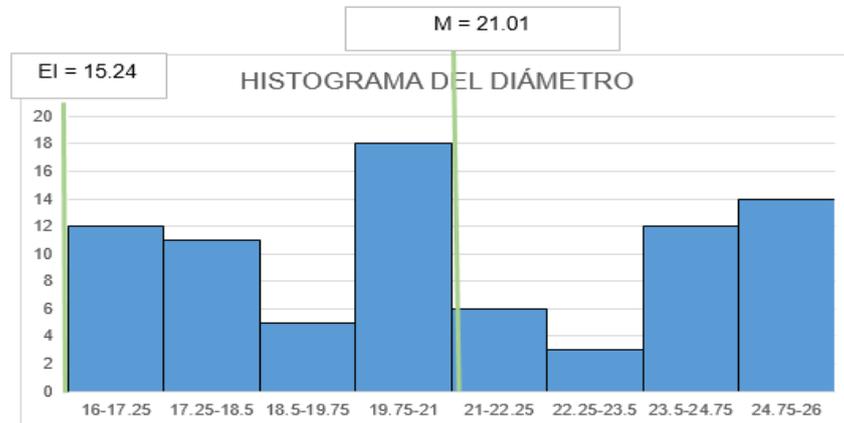
determinó que el lote de materia prima en base a la longitud y al diámetro cumple con las especificaciones dictadas por la empresa. Por otro lado, los datos no siguen una distribución normal.

Diagrama N°50: Histograma del Largo de la Materia Prima – Simulación



Fuente: Elaboración propia

Diagrama N°51: Histograma del Diámetro de la Materia Prima - Simulación



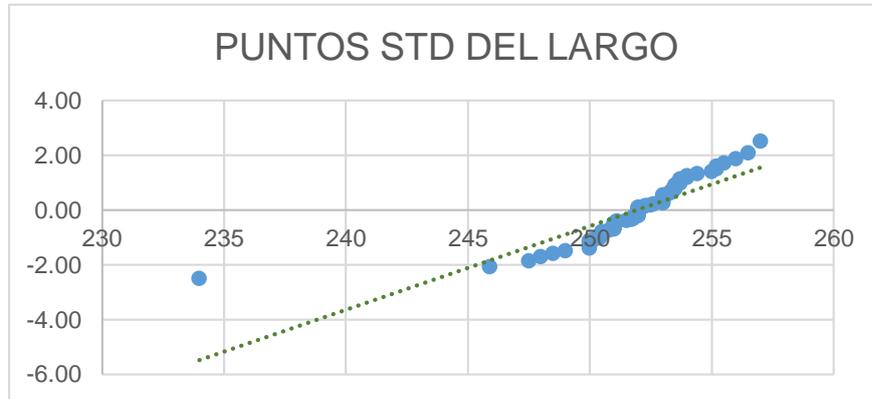
Fuente: Elaboración propia

Técnica N°5: Diagrama de Dispersión

Además también se consideró conveniente aplicar un Diagrama de Dispersión en el que se puede comprobar que en efecto los datos no siguen una línea de tendencia normal por lo que se debe poner más énfasis en la

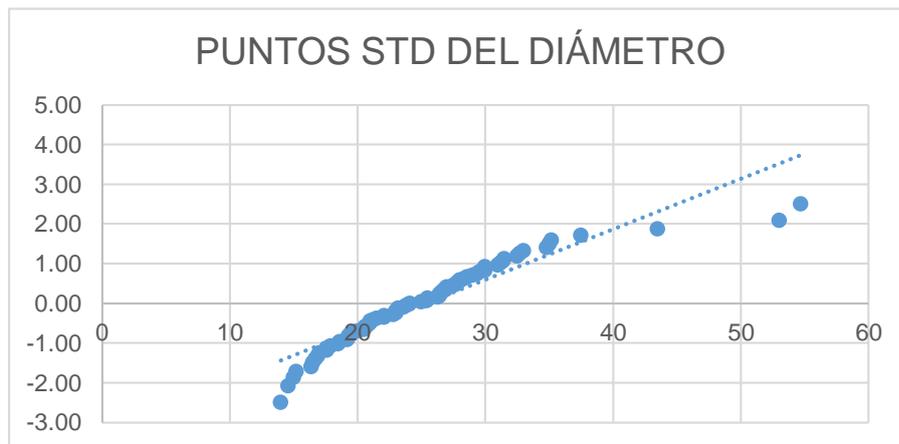
medición de materia prima antes de ser aceptada para que se pueda tener un mejor control de esta.

Diagrama N°52: Diagrama de Dispersión del Largo de la Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

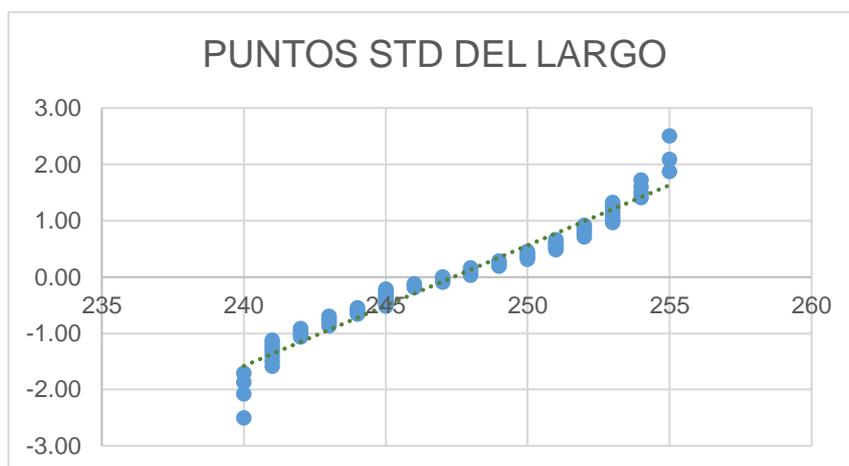
Diagrama N°53: Diagrama de Dispersión del Diámetro de la Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

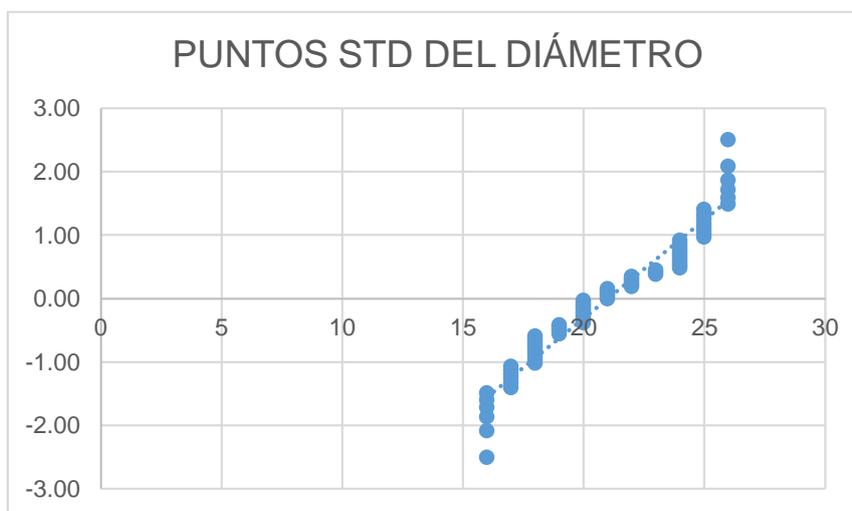
Se realizó un diagrama de dispersión en base a un escenario donde todas las muestras cumplieren con las especificaciones. A partir de este nuevo diagrama se determinó que, a pesar de cumplir con las especificaciones, los datos analizados tampoco siguen una tendencia normal pero se acercan un poco más.

Diagrama N°54: Diagrama de Dispersión del Largo de la Materia Prima - Simulación



Fuente: Elaboración propia

Diagrama N°55: Diagrama de Dispersión del Diámetro de la Materia Prima - Simulación



Fuente: Elaboración propia

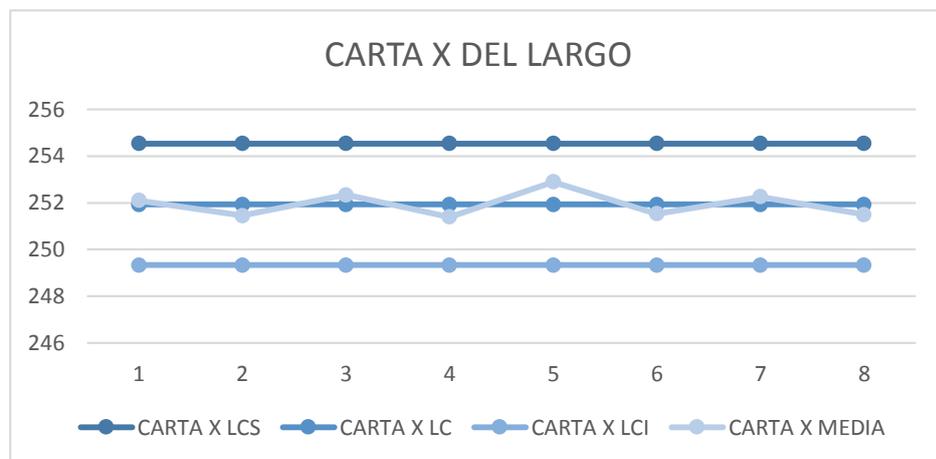
- **Técnica N°6: Cartas de Control**

Además, se decidió aplicar Cartas de Control para ver si existía presencia de causas asignables tanto en las mediciones del diámetro como en las del largo. Se aplicó la Carta de Control X-R debido a que la muestra es 8, por lo que es menor de 10 cumpliendo el criterio de la Carta de Control X-R. Se determinó que, en efecto, sí existían causas asignables lo que significa que las muestras evaluadas no se encuentran dentro de los límites de control.

Esto reafirma el hecho de que es necesario que midan una determinada muestra del lote para que a partir de ello determinen si es que el este deberá ser aprobado o desaprobado.

Al analizar la Carta X del largo de la materia prima se puede observar que los datos de la muestra de longitud son estables debido a que solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control

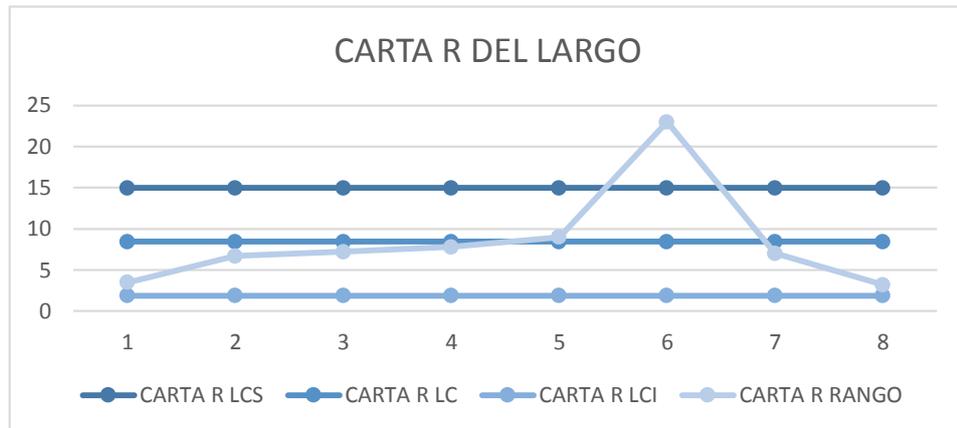
Diagrama N°56: Carta de Control X del Largo de la Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta R del largo de la materia prima se puede observar que los datos de la muestra de longitud no son estables debido a que presentan causas asignables, por lo tanto, no todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control.

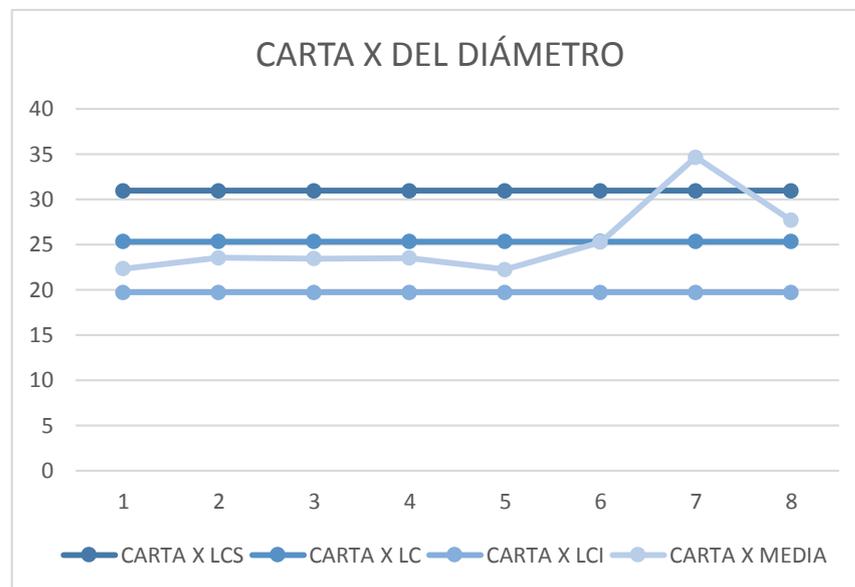
Diagrama N°57: Carta de Control R del Largo de la Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta X del diámetro de la materia prima se puede observar que los datos de la muestra de diámetro no son estables debido a que presentan causas asignables, por lo tanto, no todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control.

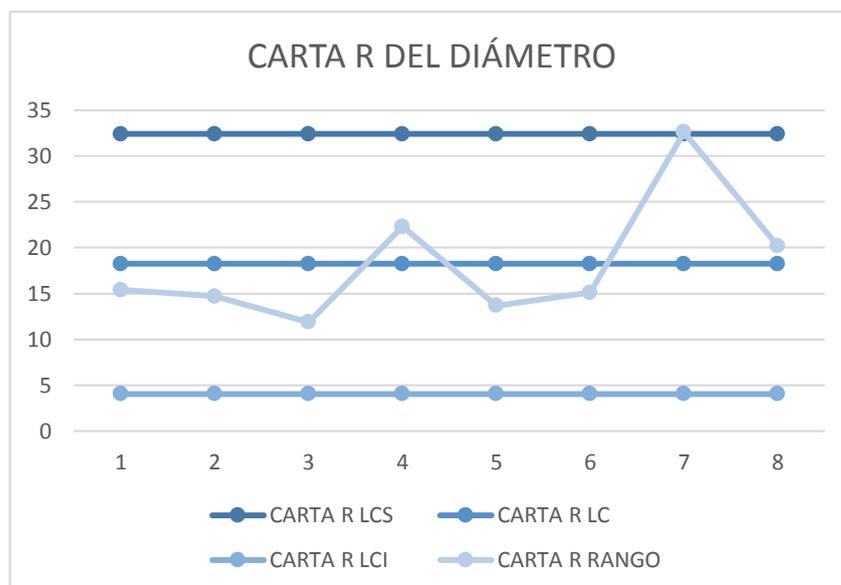
Diagrama N°58: Carta de Control X del Diámetro de la Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta R del diámetro de la materia prima se puede observar que los datos de la muestra de diámetro no son estables debido a que presentan causas asignables, por lo tanto, no todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control

Diagrama N°59: Carta de Control R del Diámetro de la Materia Prima

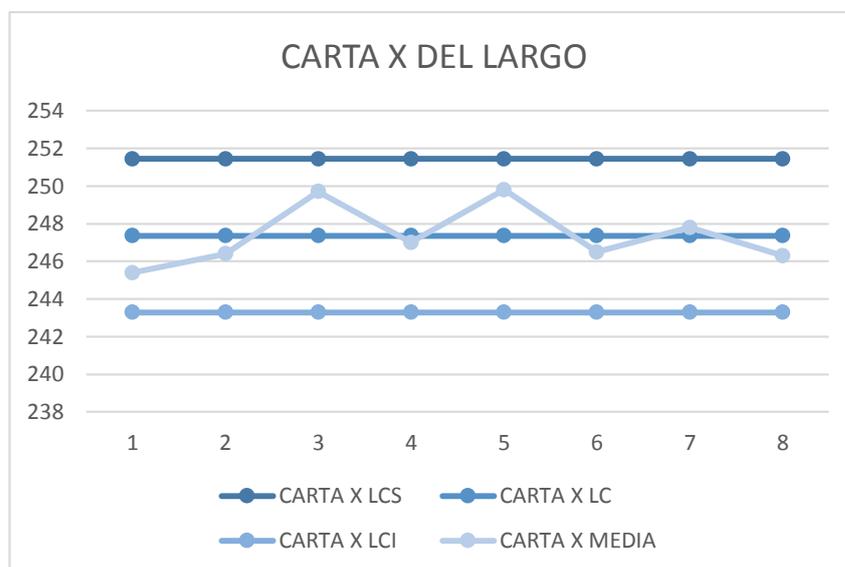


Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que con la hoja de registro, el histograma y el diagrama de dispersión, y también por las razones que se explicaron anteriormente, se realizaron cartas de control en base a un escenario donde todas las muestras cumplieren con las especificaciones.

Al analizar la Carta X del largo de la materia prima se puede observar que los datos de la muestra de longitud son estables debido a que solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control.

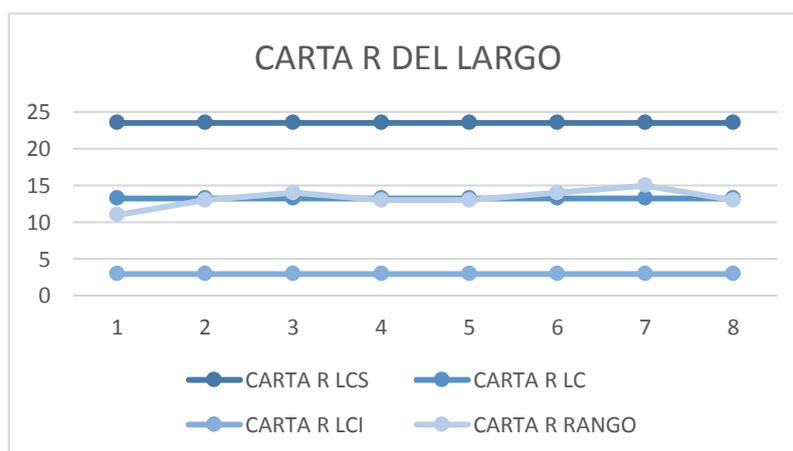
Diagrama N°60: Carta de Control X del Largo de la Materia Prima - Simulación



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta R del largo de la materia prima se puede observar que los datos de la muestra de longitud son estables debido a que solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control.

Diagrama N°61: Carta de Control R del Largo de la Materia Prima - Simulación

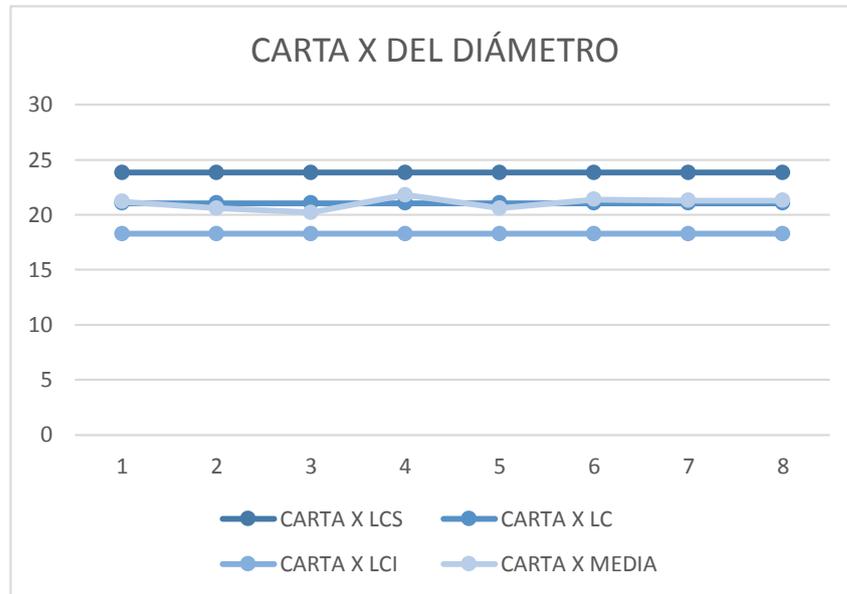


Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta X del diámetro de la materia prima se puede observar que los datos de la muestra de diámetro son estables debido a que solo

presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control.

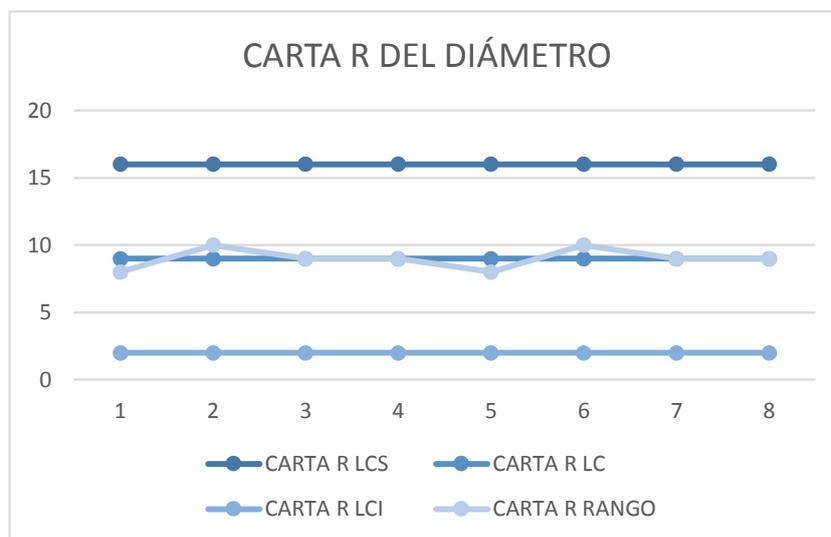
Diagrama N°62: Carta de Control X del Diámetro de la Materia Prima - Simulación



Fuente: Elaboración propia

Al analizar la Carta R del diámetro de la materia prima se puede observar que los datos de la muestra de diámetro son estables debido a que solo presenta causas naturales y ninguna asignable, por lo tanto, todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites de control.

Diagrama N°63: Carta de Control R del Diámetro de la Materia Prima - Simulación



Fuente: Elaboración propia

Después de haber aplicado todas estas técnicas se determinó que el costo recuperado de la empresa si aplicara asegurara la estandarización de la materia prima de S/. 2,717.86 mensualmente.

Tabla N°97: Costo recuperado por aseguramiento de la estandarización de la materia prima

COSTO RECUPERADO	MENSUAL	ANUAL
Pérdida mensual por lotes que no cumplen con las especificaciones	S/. 2,717.86	S/. 32,614.32
TOTAL	S/. 2,717.86	S/. 32,614.32

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5
EVALUACIÓN
ECONÓMICA
FINANCIERA

5.1 Inversión

Tabla N° 98: Inversión en Producción

Gestión del personal	
ITEM	COSTO
Epson Impresora Multifuncional L495 Ecotank	S/. 849.00
Tinta para impresora	S/. 140.00
Proyector	S/. 2,500.00
TOTAL	S/. 989.00

MRP	
ITEM	COSTO
HP Notebook 15.6" Intel Core i5	S/. 2,499.00
Epson Impresora Multifuncional L495 Ecotank	S/. 849.00
Tinta para impresora	S/. 140.00
TOTAL	S/. 3,488.00

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	
ITEM	COSTO
Bolsa de cemento	S/. 24.00
Arena	S/. 6.50
HP Notebook 15.6" Intel Core i5	S/. 2,499.00
Epson Impresora Multifuncional L495 Ecotank	S/. 849.00
Tinta para impresora	S/. 140.00
Letreros de áreas	S/. 160.00
Estante metálico	S/. 130.00
Locker 9 casilleros de metal	S/. 650.00
TOTAL	S/. 4,458.50

COSTO TOTAL	
ITEM	COSTO
Epson Impresora Multifuncional L495 Ecotank	S/. 849.00
Tinta para impresora	S/. 140.00
Proyector	S/. 2,500.00
HP Notebook 15.6" Intel Core i5	S/. 2,499.00
Bolsa de cemento	S/. 24.00
Arena	S/. 6.50
Letreros de áreas	S/. 160.00
Estante metálico	S/. 130.00
Locker 9 casilleros de metal	S/. 650.00
TOTAL	S/. 6,958.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°99: Inversión en Calidad

Gestión del personal	
ITEM	COSTO
Epson Impresora Multifuncional L495 Ecotank	S/. 849.00
Tinta para impresora	S/. 140.00
Proyector	S/ 2,500.00
TOTAL	S/. 989.00

Aseguramiento de la calidad	
ITEM	COSTO
Huinchas 8 mt	S/. 40.00
HP Notebook 15.6" Intel Core i5	S/ 2,499.00
Epson Impresora Multifuncional L495 Ecotank	S/. 849.00
Tinta para impresora	S/. 140.00
TOTAL	S/ 3,528.00

Control estadístico de la calidad	
ITEM	COSTO
Medidor De Humedad En Madera-gm610-benotech	S/. 190.00
HP Notebook 15.6" Intel Core i5	S/ 2,499.00
Epson Impresora Multifuncional L495 Ecotank	S/. 849.00
Tinta para impresora	S/. 140.00
Escritorio	S/. 400.00
Silla giratoria	S/. 200.00
TOTAL	S/ 4,278.00

COSTO TOTAL	
ITEM	COSTO
Epson Impresora Multifuncional L495 Ecotank	S/. 849.00
Tinta para impresora	S/. 140.00
Proyector	S/. 2,500.00
Huinchas 8 mt	S/. 40.00
HP Notebook 15.6" Intel Core i5	S/. 2,499.00
Medidor De Humedad En Madera-gm610-benotech	S/. 190.00
Escritorio	S/. 400.00
Silla giratoria	S/. 200.00
TOTAL	S/. 6,818.00

Fuente: Elaboración propia

5.2 Costos Operativos

Tabla N°100: Costos operativos - Producción

Gestión del personal	
ITEM	COSTO
Millar Hojas Bond A4 80 Gramos	S/. 14.00
Tinta para impresora	S/. 35.00
Lapiceros	S/. 8.00
Personal de capacitación	S/. 133.33
TOTAL	S/. 190.33

MRP	
ITEM	COSTO
Millar Hojas Bond A4 80 Gramos	S/. 14.00
Tinta para impresora	S/. 35.00
Lapiceros	S/. 8.00
TOTAL	S/. 57.00

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	
ITEM	COSTO
Capacitación 5S	S/. 850.00
Millar Hojas Bond A4 80 Gramos	S/. 14.00
Escobas	S/. 120.00
Recogedor	S/. 2.83
Tinta para impresora	S/. 35.00
Lapiceros	S/. 8.00
TOTAL	S/. 1,029.83

COSTO TOTAL	
ITEM	COSTO
Millar Hojas Bond A4 80 Gramos	S/. 14.00
Tinta para impresora	S/. 35.00
Lapiceros	S/. 8.00
Personal de capacitación	S/. 133.33
Capacitación 5S	S/. 850.00
Escobas	S/. 120.00
Recogedor	S/. 2.83
TOTAL	S/. 1,160.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°101: Costos operativos - Calidad

Gestión del personal	
ITEM	COSTO
1/2 Millar Hojas Bond A4 80 Gramos	S/. 14.00
Tinta para impresora	S/. 35.00
Lapiceros	S/. 8.00
Personal de capacitación	S/. 850.00
TOTAL	S/. 907.00

Aseguramiento de la calidad	
ITEM	COSTO
Asistente de calidad	S/. 850.00
Tinta para impresora	S/. 35.00
1/2 Millar Hojas Bond A4 80 Gramos	S/. 14.00
Lapiceros	S/. 8.00
TOTAL	S/. 907.00

Control estadístico de la calidad	
ITEM	COSTO
Asistente de calidad	S/. 1,500.00
Tinta para impresora	S/. 35.00
1/2 Millar Hojas Bond A4 80 Gramos	S/. 14.00
Lapiceros	S/. 8.00
TOTAL	S/. 1,557.00

COSTO TOTAL	
ITEM	COSTO
1/2 Millar Hojas Bond A4 80 Gramos	S/. 14.00
Tinta para impresora	S/. 35.00
Lapiceros	S/. 8.00
Personal de capacitación	S/. 850.00
Asistente de calidad	S/. 1,500.00
TOTAL	S/. 2,407.00

Fuente: Elaboración propia

5.3 Beneficios

Tabla N°102: Beneficios de la propuesta

BENEFICIOS PRODUCCIÓN		
CAUSA	METODOLOGÍA	BENEFICIO MENSUAL
Falta de capacitación	Gestión de personal	S/. 4,882.31
No existe planificación de la producción	MRP	S/. 678.07
Instalaciones inadecuadas	Lean Manufacturing	S/. 4,218.71
		S/. 9,779.09

BENEFICIOS CALIDAD		
CAUSA	METODOLOGÍA	BENEFICIO MENSUAL
Falta de capacitación	Gestión del personal	S/. 3,986.83
Falta de estandarización de la materia prima	Aseguramiento de la calidad	S/. 2,875.18
Falta de control de calidad	Control estadístico de la calidad	S/. 842.05
		S/. 7,704.06

Fuente: Elaboración propia

5.4 Flujo de caja

Para realizar nuestro flujo de caja han sido requeridos los cuadros y números antes analizados como son la inversión y los beneficios obtenidos de cada área. Podemos observar entonces la tabla N°101 con los que se han podido obtener:

Tabla N°103: Índices de rentabilidad

TMAR	1.53%
TIR	133%
VAN	S/. 152,067
B/C	4.97
VAN Beneficios	S/. 190,331
VAN Egresos	S/. 38,263

Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados podemos darnos cuenta que la propuesta de mejora es rentable y que por cada sol invertido la empresa estaría recuperando hasta 3.97 soles.

5.4 Flujo de caja

Tabla N°104: Flujo de caja

MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
EGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
2 Impresora EPSON L310	S/. 1,698													S/. 1,698
Tinta para impresora	S/. 280			S/. 70			S/. 280			S/. 70			S/. 280	S/. 980
Proyector	S/. 2,500													S/. 2,500
Huíncha 8 mt	S/. 40													S/. 40
2 HP Notebook 15.6" Intel Core i5	S/. 4,998													S/. 4,998
Medidor De Humedad En Madera-gm610-benetech	S/. 190													S/. 190
Escritorio	S/. 400													S/. 400
Silla giratoria	S/. 200													S/. 200
Bolsa de cemento	S/. 24													S/. 24
Arena	S/. 7													S/. 7
Letreros de áreas	S/. 160													S/. 160
Estante metálico	S/. 130													S/. 130
Locker 9 casilleros de metal	S/. 650													S/. 650
Personal de capacitación		S/. 850		S/. 850		S/. 850		S/. 850		S/. 850		S/. 850		S/. 5,100
Asistente de calidad		S/. 1,500	S/. 18,000											
Capacitación 5S			S/. 850	S/. 5,100										
Escobas		S/. 60			S/. 60			S/. 60			S/. 60			S/. 240
Recogedor		S/. 17						S/. 17						S/. 34
Otras compras		S/. 49	S/. 588											
TOTAL EGRESOS	S/. 11,277	S/. 2,476	S/. 2,399	S/. 2,469	S/. 2,459	S/. 2,399	S/. 2,679	S/. 2,476	S/. 2,399	S/. 2,469	S/. 2,459	S/. 2,399	S/. 2,679	S/. 41,039
BENEFICIOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Beneficios de la propuesta	S/. 0	S/. 17,483	S/. 209,798											
TOTAL BENEFICIOS	S/. 0	S/. 17,483	S/. 209,798											
FLUJO ANUAL DE CAJA	-S/. 11,277	S/. 15,007	S/. 15,084	S/. 15,014	S/. 15,024	S/. 15,084	S/. 14,804	S/. 15,007	S/. 15,084	S/. 15,014	S/. 15,024	S/. 15,084	S/. 14,804	S/. 168,759

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y

DISCUSIÓN

6.1 Resultados y Discusión

La propuesta de mejora en las áreas de Producción y Calidad incrementó la rentabilidad sobre las ventas de un 7.38% a un 30%.

Tabla N°105: Análisis de rentabilidad

	Real 2017	Propuesta 2017
Ventas Netas	S/. 539,073.07	S/. 539,073.07
Costos de ventas	S/. 404,013.41	S/. 404,013.41
Beneficio de mejora	-	S/. 209,797.87
Inversión	-	S/. 38,263.18
Utilidad bruta	S/. 135,059.66	S/. 306,594.35
Gastos administrativos	S/. 78,240.00	S/. 78,240.00
Utilidad antes de impuesto	S/. 56,819.66	S/. 228,354.35
Impuestos (30%)	S/. 17,045.90	S/. 68,506.31
Utilidad Neta	S/. 39,773.76	S/. 159,848.05
Rentabilidad	7.38%	30%

Fuente: Elaboración propia

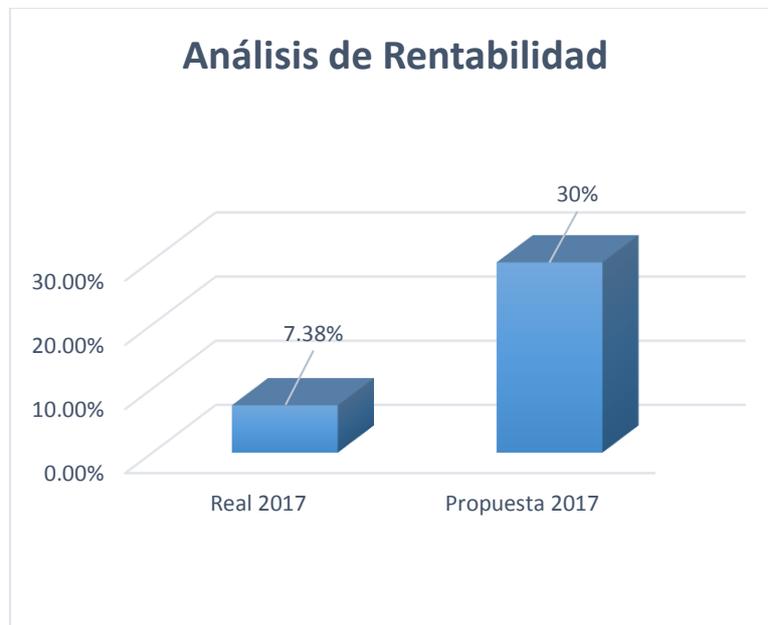
Para los datos de ventas netas se utilizaron las proyecciones de ventas del 2017 tal como se pronosticó al utilizar el método de regresión lineal para conocer las ventas del siguiente año. Además, al estar usando de referencia la parihuela Normal que es la que tiene mayor movimiento, se multiplica por el porcentaje de participación y por el precio de venta de la misma.

Los costos de venta, por otro lado, usan también los pronósticos de venta afectados por el porcentaje de participación de las parihuelas de tipo Normal y se han de multiplicar por el costo de producir una parihuela.

Los datos de beneficios de mejora e inversión son los ya conocidos en el flujo de caja y para los gastos administrativos se consideraron sueldos del gerente general y contador así como un monto significativo de gastos en útiles de oficina.

Es así entonces como llegamos a la gráfica que nos muestra un incremento sustancial en la rentabilidad de la empresa para el año 2017 comparando una rentabilidad tal como se encuentra la empresa en estos momentos y la rentabilidad aplicando la inversión y las mejoras necesarias para lograr el objetivo general de nuestra propuesta que era incrementar la rentabilidad de la empresa North Pallet S.A.C.

Gráfico N°24: Análisis de rentabilidad 2017



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- La propuesta de mejora en las áreas de Producción y Calidad incrementó la rentabilidad sobre las ventas de un 7.38% a un 30%.
- A partir del diagnóstico realizado en la empresa North Pallet S.A.C. se llegó a definir los principales problemas que afrontaba el área de Producción como, los cuales le generan los siguientes costos mensuales: S/. 9,470.06 debido a falta de capacitación; S/. 1,608.51, a causa de la falta de funciones esclarecidas; S/. 910.75, por falta de estandarización de la materia prima; S/. 1,6010.86, a causa de la falta de planificación de la producción, S/. 1,047.74, gracias a falta de mantenimiento preventivo; S/. 1,314.69, por falta de tiempos estandarizados; y S/. 4,218.71, debido a instalaciones inadecuadas. Por otro lado, también se determinaron los problemas que afrontaba el área de Calidad. A causa de la falta de capacitación la empresa pierde S/: 7,653.92 mensualmente, también debido a la falta de estandarización de materia prima la empresa pierde S/. 2,726.24 mensualmente, además gracias a la exposición a la humedad la empresa pierde S/. 108.04 mensualmente y a consecuencia de la falta de control de calidad la empresa pierde S/. 869.34 mensualmente.
- Al aplicar las metodologías se determinó que en el área de Producción sería posible recuperar mensualmente S/. 4,882.31 gracias a la Gestión de Personal, S/. 678.07 gracias al MRP y S/: 4,218.71 gracias al Lean Manufacturing. En total sería una reducción mensual de S/. 9,779.09. Mientras que en el área de Calidad sería posible recuperar mensualmente S/. 3,986.83 gracias a la Gestión de Personal, S/. 2, 875.18 gracias al Aseguramiento de la Calidad y S/. 842.05 gracias al Control Estadístico de la Calidad. En total existiría una reducción mensual de S/. 7,704.06. Por lo tanto, al aplicar todas las metodologías se tendría un beneficio total de
- Para aplicar las metodologías previamente expuestas se requiere una inversión de S/.38,263 calculado en el periodo cero. Luego de realizar el flujo de caja, obtenemos que VAN de S/. 152,067.00, un TIR de 133% y un beneficio costo de S/. 4.97.

7.2 Recomendaciones

- Implementar las metodologías evaluadas en este trabajo ya que se ha comprobado que el invertir en la implementación de éstas ayudará a reducir costos por lo que aumentará la rentabilidad de la empresa.
- Debe existir un mejor registro en la empresa para que de esta forma se pueda trabajar en base a históricos y las decisiones tomadas puedan ser cada vez más acertadas.
- La empresa debe ser más ordenada empezando por sus trabajadores. Cada uno debe tener un rol definido dentro de la empresa para que de esta forma cada uno logre especializarse en una actividad y así la productividad pueda aumentar.
- La empresa debe buscar una mejora continua y no simplemente conformarse. Para ello debe invertir pero haciendo una evaluación previamente.

BIBLIOGRAFÍA

- **Libros**

Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros*. (12° Edición). México. Mc GRA W-HILL.

Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento Humano*. (3° Edición). México. Mc GRA W-HILL.

D'Alessio, F. (2004). *Administración y dirección de la producción*. (2° Edición). México. Pearson Education.

Gaither, N. (s.f.). *Administración de producción y operaciones*. (8° Edición).

Heizer, J. y Render, B. (2009). *Administración de Operaciones*. (7°, 8° Edición). México. Pearson Education.

- **Libros electrónicos**

Dermes, P. y Teschke K. (s.f.) Industria de la madera. [En línea]. Recuperado el 09 de abril del 2017 desde:

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Enciclopedia OIT/tomo3/71.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Enciclopedia_OIT/tomo3/71.pdf)

Rodríguez, M. (2005). El método MR. Maximización de resultados en la pequeña empresa de servicios. [En línea]. Recuperado el 17 de junio del 2017 desde:

https://books.google.com.pe/books?id=8rGfYMCq48YC&pg=PA88&dq=estandarizacion+de+procesos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi_ov6ZwdbNAhXFpYMKHXWmC3QQ6AEIHDA#v=onepage&q=estandarizacion%20de%20procesos&f=false

Palapa, J. (2012) Propuesta de estandarización de procesos. [En línea]. Recuperado el 27 de junio del 2017 desde: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5326/Tesis%20Josefina%20Propuesta%20de%20Estandarizaci%C3%B3n.pdf?sequence=1http://ri.ues.edu.sv/6744/1/TESIS%20ESTANDARIZACION%20DE%20PROCESOS.pdf>

- **Documentos electrónicos**

AITIM (2011). Wood News: el mercado de la madera en el mundo. [En línea] Recuperado el 29 de abril del 2017 de: http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_5729_2756580.pdf

Comisión Nacional Forestal y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013). Economía Forestal en México. Recuperado el 09 de abril del 2017 de:

<file:///C:/Users/ESTUDIANTE/Downloads/informacion%20estadstica%20de%20la%20produccion%20forestal%20nacional%202015.pdf>

Dirección de Oferta Exportable, Dirección General de Estrategias de Comercio Exterior y Subsecretaría de Comercio Internacional (2010). Sector de la Industria de la madera. Recuperado el viernes 29 de abril del 2017 de:

<http://www.argentinatradenet.gov.ar/sitio/estrategias/Industria%20de%20la%20Madera1.pdf>

Flores, R.; Serrano, E.; Palacio, V. y Chapela, G (2007). Análisis de la industria de la madera aserrada en México. Recuperado el viernes 29 de abril del 2017 de:

http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumeness/13.1/MB_2007_13-1_047-060.pdf

Ingeniería Industrial (2012). Suplementos del estudio de tiempos. Recuperado el 17 de junio del 2017 de:

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

Parihuelas de Madera (2015). La importancia de la utilización de pallets de madera para las industrias. Recuperado el 09 de abril del 2017 de: <http://www.parihuelasdemadera.com/blog/item/10-la-importancia-de-la-utilizacion-de-pallets-de-madera-para-la-industrias.html>

Podemos reforestar la tierra (2012, 11 de octubre). En blog: Terra, ecología práctica. Recuperado el 09 de abril del 2017 desde: <http://www.terra.org/categorias/articulos/podemos-reforestar-la-tierra>

Reforestación en el mundo (2011, 12 de abril). [En línea] Recuperado el 09 de abril del 2017 de:

<http://lareforestacion03.blogspot.pe/2011/04/la-reforestacion-en-el-mundo.html>

- Otros

Ministerio de Agricultura y Riego. (2016, 11 de marzo). Lista de empresas autorizadas para realizar el tratamiento térmico y marcado de embalajes de madera para la exportación Informe Económico. Perú: Servicio Nacional de Seguridad Agraria. [En línea] Recuperado el 06 de abril del 2017 de:

<http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/EMPRESAS-AUTORIZADAS-HT-AL-11-MARZO-2016.pdf>

Ministerio de la Producción del Perú. (2011, Septiembre). Análisis Regional de Empresas Industriales. La Libertad: Dirección General de la Industria. [En línea] Recuperado el 06 de abril del 2017 de:

http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/ier/PRODUCTIVIDAD_COMPETITIVIDAD/Informes/analisis_lalibertad.pdf

NIMF n.º 15. Directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional (2006) Anexo 1: “Medidas aprobadas relacionadas con el embalaje de madera”. Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. [En línea] Recuperado el 06 de abril del 2017 de:

<http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/nimf-15.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (2011, 6 de diciembre). Reforestación: La Manera Más Fácil de Luchar Contra el Cambio Climático. Recuperado el 09 de abril del 2017 de:

<http://www.un.org/es/development/desa/news/sustainable/reforestation-the-easiest.html>

ANEXOS

Anexo N°01: Tamaño de muestra

PORCENTAJE DEL TOTAL DE TIEMPO OCUPADO POR LA ACTIVIDAD O DEMORA, <i>p</i>	ERROR ABSOLUTO					
	±1.0%	±1.5%	±2.0%	±2.5%	±3.0%	±3.5%
1 o 99	396	176	99	63	44	32
2 o 98	784	348	196	125	87	64
3 o 97	1164	517	291	186	129	95
4 o 96	1536	683	384	246	171	125
5 o 95	1900	844	475	304	211	155
6 o 94	2256	1003	564	361	251	184
7 o 93	2604	1157	651	417	289	213
8 o 92	2944	1308	736	471	327	240
9 o 91	3276	1456	819	524	364	267
10 o 90	3600	1600	900	576	400	294
11 o 89	3916	1740	979	627	435	320
12 o 88	4224	1877	1056	676	469	344
13 o 87	4524	2011	1131	724	503	369
14 o 86	4816	2140	1204	771	535	393
15 o 85	5100	2267	1275	816	567	416
16 o 84	5376	2389	1344	860	597	439
17 o 83	5644	2508	1411	903	627	461
18 o 82	5904	2624	1476	945	656	482
19 o 81	6156	2736	1539	985	684	502
20 o 80	6400	2844	1600	1024	711	522
21 o 79	6636	2949	1659	1062	737	542
22 o 78	6864	3050	1716	1098	763	560
23 o 77	7084	3148	1771	1133	787	578
24 o 76	7296	3243	1824	1167	811	596
25 o 75	7500	3333	1875	1200	833	612
26 o 74	7696	3420	1924	1231	855	628
27 o 73	7884	3504	1971	1261	876	644
28 o 72	8064	3584	2016	1290	896	658
29 o 71	8236	3660	2059	1318	915	672
30 o 70	8400	3733	2100	1344	933	686
31 o 69	8556	3803	2139	1369	951	698
32 o 68	8704	3868	2176	1393	967	710
33 o 67	8844	3931	2211	1415	983	722
34 o 66	8976	3989	2244	1436	997	733
35 o 65	9100	4044	2275	1456	1011	743
36 o 64	9216	4096	2304	1475	1024	753
37 o 63	9324	4144	2331	1492	1036	761
38 o 62	9424	4188	2356	1508	1047	769
39 o 61	9516	4229	2379	1523	1057	777
40 o 60	9600	4266	2400	1536	1067	784
41 o 59	9676	4300	2419	1548	1075	790
42 o 58	9744	4330	2436	1559	1083	795
43 o 57	9804	4357	2451	1569	1089	800
44 o 56	9856	4380	2464	1577	1095	804
45 o 55	9900	4400	2475	1584	1099	808
46 o 54	9936	4416	2484	1590	1104	811
47 o 53	9964	4428	2491	1594	1107	813
48 o 52	9984	4437	2496	1597	1109	815
49 o 51	9996	4442	2499	1599	1110	816
50	10000	4444	2500	1600	1111	816

Fuente: (Aquilano, J.; 2009)

Anexo N°02: Heurísticas de Layout

TABLA 9.4 ■ Heurísticas de layout que pueden usarse para asignar tareas a estaciones de trabajo en un equilibrado de línea de montaje

1. <i>Tiempo de tarea más largo</i>	Entre las tareas disponibles, elegir la que tenga el tiempo de realización más largo.
2. <i>Más tareas siguientes</i>	Entre las tareas disponibles, elegir la que tenga más tareas que le suceden en el diagrama.
3. <i>Pesos posicionales</i>	Entre las tareas disponibles, elegir aquella para la que la suma del tiempo de realización de la tarea y los tiempos de realización de cada una de las tareas que le suceden (siguientes y siguientes de las siguientes. (En el Ejemplo 4 veremos que peso de la tarea $C = 5(C) + 3(F) + 7(G) + 3(I) = 18$, mientras que el peso de $D = 4(D) + 3(F) + 7(G) + 3(I) = 17$; por tanto, se elegiría C en primer lugar).
4. <i>Tiempo de tarea más corto</i>	Entre las tareas disponibles, elegir la que tenga el tiempo de realización más corto.
5. <i>Menor número de tareas siguientes</i>	Entre las tareas disponibles, elegir la que tenga el menor número de tareas siguientes.

Fuente: (Heizer y Render, 2009)

Anexo N°03: Formatos descripción de puesto

Descripción del Puesto de Montacarguista

<p>IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Montacarguista Dirección: Supervisor de producción Gerencia: Recursos Humanos</p>	<p>DIMENSIONES Generales Personal a su cargo : N/A Específicas</p>
<p>MISIÓN DE LA FUNCIÓN Transportar la materia prima de su estación de origen a la siguiente para que continúe con el proceso de fabricación de parihuelas.</p>	<p>ORGANIGRAMA</p>  <pre> graph TD A[Supervisor de producción] --- B[Montacarguista] </pre>

<p>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES Cómo se alcanzan los Resultados</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Traslado de troncos al almacén de materia prima y a la tronquera 2. Traslado de la madera a las diferentes estaciones del proceso 3. Traslado de parihuelas a la estación de secado 4. Traslado de parihuelas al almacén de producto terminado <p>RESPONSABILIDADES COMUNES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estar pendiente del momento que una operación finaliza para poder transportar el producto en proceso a la siguiente estación <p>HABILIDADES TÉCNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Manejo de montacarga <p>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) No requiere

PERFIL

<p>Carrera Base</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de maquinaria pesada 	<p>Experiencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiencia de mínimo 1 año manejando maquinaria pesada
<p>Conocimientos Técnicos Manejo de maquinaria pesada</p>	
COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO	
COMPETENCIA	NIVEL REQUERIDO
Precisión	Alto
Trabajo en Equipo	Promedio
Orientación para procesos y resultados	Alto

Descripción del Puesto de Operario de Tronquera

<p>IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Operario de Tronquera</p> <p>Dirección: Supervisor de producción Gerencia: Recursos Humanos</p>	<p>DIMENSIONES Generales Personal a su cargo : N/A</p> <p>Específicas</p>
<p>MISIÓN DE LA FUNCIÓN</p> <p>Encargado de operar la máquina tronquera donde a los troncos de madera se le realizará un corte de 90° obteniendo el mínimo porcentaje de merma posible.</p>	<p>ORGANIGRAMA</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[Supervisor de producción] --- B[Operario de tronquera] </pre> </div>

<p>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Operar la máquina tronquera 2. Informar al encargado de mantenimiento las fallas que pueda tener la máquina tronquera. <p>RESPONSABILIDADES COMUNES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar el menor porcentaje de merma 2. Cumplimiento de especificaciones <p>HABILIDADES TÉCNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Manejo de tronquera <p>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) No requiere

PERFIL

<p>Carrera Base</p> <ul style="list-style-type: none"> • No requiere 	<p>Experiencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • No requiere
<p>Conocimientos Técnicos Manejo de maquinaria pesada</p>	
COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO	
COMPETENCIA	NIVEL REQUERIDO
Precisión	Alto
Trabajo en Equipo	Alto
Orientación para procesos y resultados	Alto

Descripción del Puesto de Operario de Tableadora

<p>IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Operario de Tableadora</p> <p>Dirección: Supervisor de producción Gerencia: Recursos Humanos</p>	<p>DIMENSIONES Generales Personal a su cargo : N/A</p> <p>Específicas</p>
<p>MISIÓN DE LA FUNCIÓN</p> <p>Encargado de operar la máquina tableadora cuyo resultado final será la obtención de los listones de madera.</p>	<p>ORGANIGRAMA</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[Supervisor de producción] --- B[Operario de tableadora] </pre> </div>

<p>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Operar la máquina tableadora 2. Calibrar la máquina tableadora 3. Informar al encargado de mantenimiento las fallas que pueda tener la máquina tableadora. <p>RESPONSABILIDADES COMUNES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar el menor porcentaje de merma 2. Cumplimiento de especificaciones <p>HABILIDADES TÉCNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Manejo de tableadora <p>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) No requiere

PERFIL

<p>Carrera Base</p> <ul style="list-style-type: none"> • No requiere 	<p>Experiencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • No requiere
<p>Conocimientos Técnicos Manejo de maquinaria pesada</p>	
COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO	
COMPETENCIA	NIVEL REQUERIDO
Precisión	Alto
Trabajo en Equipo	Promedio
Orientación para procesos y resultados	Alto

Descripción del Puesto de Operario de Despuntadora

<p>IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Operario de Despuntadora</p> <p>Dirección: Supervisor de producción Gerencia: Recursos Humanos</p>	<p>DIMENSIONES Generales Personal a su cargo : N/A</p> <p>Específicas</p>
<p>MISIÓN DE LA FUNCIÓN</p> <p>Encargado de operar la máquina despuntadora cuyo resultado final será la obtención de las tablas de madera que conformarán las parihuelas.</p>	<p>ORGANIGRAMA</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[Supervisor de producción] --- B[Operario de despuntadora] </pre> </div>

<p>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Operar la máquina despuntadora 2. Calibrar la máquina despuntadora 3. Informar al encargado de mantenimiento las fallas que pueda tener la máquina despuntadora. <p>RESPONSABILIDADES COMUNES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar el menor porcentaje de merma 2. Cumplimiento de especificaciones <p>HABILIDADES TÉCNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Manejo de máquina despuntadora. <p>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) No requiere
--

PERFIL

<p>Carrera Base</p> <ul style="list-style-type: none"> • No requiere 	<p>Experiencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • No requiere
<p>Conocimientos Técnicos Manejo de maquinaria pesada</p>	
COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO	
COMPETENCIA	NIVEL REQUERIDO
Precisión	Alto
Trabajo en Equipo	Promedio
Orientación para procesos y resultados	Alto

Descripción del Puesto de Operario de Corta Tacos

<p>IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Operario de Corta Tacos</p> <p>Dirección: Supervisor de producción Gerencia: Recursos Humanos</p>	<p>DIMENSIONES Generales Personal a su cargo : N/A</p> <p>Específicas</p>
<p>MISIÓN DE LA FUNCIÓN</p> <p>Encargado de operar la máquina corta tacos cuyo resultado final será la obtención de tacos de madera.</p>	<p>ORGANIGRAMA</p>  <pre> graph TD A[Supervisor de producción] --- B[Operario de corta tacos] </pre>

<p>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Operar la máquina corta tacos. 2. Calibrar la máquina corta tacos. 3. Informar al encargado de mantenimiento las fallas que pueda tener la máquina corta tacos. <p>RESPONSABILIDADES COMUNES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar el menor porcentaje de merma <p>HABILIDADES TÉCNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Manejo de máquina corta tacos. <p>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) No requiere

PERFIL

<p>Carrera Base</p> <ul style="list-style-type: none"> • No requiere 	<p>Experiencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • No requiere
<p>Conocimientos Técnicos Manejo de maquinaria pesada</p>	
COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO	
COMPETENCIA	NIVEL REQUERIDO
Precisión	Alto
Trabajo en Equipo	Promedio
Orientación para procesos y resultados	Alto

Descripción del Puesto de Supervisor de Producción

<p>IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Supervisor de Producción.</p> <p>Dirección: Gerente General Gerencia: Recursos Humanos</p>	<p>DIMENSIONES Generales Personal a su cargo: Montacarguista, Operario de Tronquera, Operario de Tableadora, Operario de Despuntadora, Operario de Corta Tacos.</p> <p>Específicas</p>
<p>MISIÓN DE LA FUNCIÓN</p> <p>Responsable final de la meta de producción planificada.</p>	<p>ORGANIGRAMA</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[Gerente General] --- B[Supervisor de producción] </pre> </div>

<p>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Supervisión y optimización de los diferentes procesos. 2. Planificación de la producción. 3. Balancear la línea de producción 4. Velar por el aumento de la productividad. 5. Gestión de personal. <p>RESPONSABILIDADES COMUNES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar el cumplimiento de meta de producción <p>HABILIDADES TÉCNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Office <p>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Optimización de procesos b) Toma de decisiones c) Presentación de reportes d) Diagnóstico de problemas

PERFIL

<p>Carrera Base</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ing. Industrial 	<p>Experiencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiencia de mínimo 1 año en el área de producción
<p>Conocimientos Técnicos Toma de mediciones</p>	
COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO	
COMPETENCIA	NIVEL REQUERIDO
Precisión	Alto
Observación	Alto
Constancia	Alto
Trabajo en Equipo	Alto
Orientación para procesos y resultados	Alto

Descripción del Puesto de Supervisor de Calidad

IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Supervisor de calidad Dirección: Gerente General Gerencia: Recursos Humanos	DIMENSIONES Generales Personal a su cargo : N/A Específicas
MISION DE LA FUNCIÓN Encargado de velar por el cumplimiento de las especificaciones del producto para poder reducir el porcentaje de productos defectuosos y evitar reprocesos.	ORGANIGRAMA <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD GG[Gerente General] --- SC[Supervisor de calidad] </pre> </div>

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES <ol style="list-style-type: none"> 2. Toma de muestras durante el proceso. 3. Velar por el cumplimiento de las especificaciones del producto. 4. Aceptar o rechazar un lote de materia prima 5. Monitorear el proceso a través de herramientas de control de calidad. 6. Reducir el porcentaje de productos defectuosos 7. Reducir reprocesos RESPONSABILIDADES COMUNES <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar el menor porcentaje de merma 2. Cumplimiento de los requerimientos de los clientes HABILIDADES TÉCNICAS <ol style="list-style-type: none"> a) Toma de mediciones b) Office HABILIDADES ADMINISTRATIVAS <ol style="list-style-type: none"> a) Control de procesos b) Toma de decisiones c) Presentación de reportes d) Diagnóstico de problemas

PERFIL

Carrera Base <ul style="list-style-type: none"> • Ing. Industrial 	Experiencia Experiencia de mínimo 1 año en el área de calidad
Conocimientos Técnicos Toma de mediciones	
COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO	
COMPETENCIA	NIVEL REQUERIDO
Precisión	Alto
Observación	Alto
Constancia	Alto
Trabajo en Equipo	Alto
Orientación para procesos y resultados	Alto

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°04: Formato de evaluación de desempeño

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO		
1. CALIDAD DE TRABAJO: Realiza las tareas asignadas manteniendo limpia y ordenada su área de trabajo, evitando cometer errores y haciendo buen uso de los implementos de trabajo		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
2. CANTIDAD DE TRABAJO: Volumen de trabajo capaz de ser realizado en la jornada laboral normal, de acuerdo a las exigencias del puesto de trabajo.		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
3. ADECUACIÓN A LAS NORMAS DE LA ORGANIZACIÓN: Cumple con las reglas y procedimientos establecidos por la institución, tales como: Presentación Personal: Presencia con la que asiste habitualmente al trabajo y uso del uniforme. Puntualidad: Cumple la carga horaria requerida según disposiciones legales. Horario laboral: Utiliza el tiempo solo para actividades que tengan relación con su labor.		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
4. HÁBITOS DE SEGURIDAD: Usa en forma correcta los implementos de seguridad cumpliendo con las normas y procedimientos establecidos por la Institución a fin de proteger su integridad física y mental.		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
5. INTERÉS POR EL TRABAJO: Manifiesta esmero y dedicación en la ejecución de las tareas asignadas.		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
6. COOPERACIÓN: Capacidad para trabajar con otros y colaborar en forma armónica con sus compañeros y superiores, sin descuidar el cumplimiento de sus deberes.		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
7. RESPONSABILIDAD SOBRE BIENES Y EQUIPOS: Maneja y mantiene los implementos, herramientas, equipos y maquinarias asignadas a fin de optimizar la utilidad y el beneficio de las mismas.		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
8. TRATO Y COMUNICACIÓN: Disposición para prestar servicio al personal interno y público en general, en forma cortés, diligente y satisfactoria		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
SOLO PARA SER UTILIZADO EN PUESTOS DE TRABAJO NIVEL SUPERVISORIO		
9. CAPACIDAD DE MANDO: Ejerce autoridad sobre el personal bajo su rango		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
10. TOMA DE DECISIONES: Responde ante las situaciones de manera oportuna, rápida y efectiva		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
11. COORDINACIÓN DEL TRABAJO: Asigna y organiza las actividades al personal de forma racional y metódica.		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		
12. COMUNICACIÓN CON LOS TRABAJADORES: Imparte en forma clara y precisa las instrucciones.		
Muy por debajo de los esperado		Observaciones:
Por debajo de lo esperado		
Dentro de lo esperado		
Sobre lo esperado		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°05: Medición de tiempos iniciales

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="11">CUADRO 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="11">Recepción e inspección de troncos de madera</td> </tr> <tr> <td>Sujetar tronco de ambos lados</td> <td>5</td><td>4</td><td>9</td><td>5</td><td>6</td><td>11</td><td>5</td><td>4</td><td>7</td><td>4</td> <td>PROMEDIO</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td>Jalar tronco</td> <td>12</td><td>10</td><td>11</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>17</td><td>16</td><td>11</td><td>12</td> <td></td> <td>12.50</td> </tr> <tr> <td>Colocar tronco en un costado e inspeccionar</td> <td>35</td><td>48</td><td>33</td><td>38</td><td>36</td><td>29</td><td>37</td><td>34</td><td>35</td><td>45</td> <td></td> <td>35.43</td> </tr> <tr> <td>CICLOS</td> <td>52</td><td>62</td><td>53</td><td>56</td><td>54</td><td>51</td><td>59</td><td>54</td><td>53</td><td>61</td> <td></td> <td>52.93</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="11">CUADRO 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="11">Recepción e inspección de troncos de madera</td> </tr> <tr> <td>Sujetar tronco de ambos lados</td> <td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>7</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td> <td>PROMEDIO</td> <td>4.10</td> </tr> <tr> <td>Jalar tronco</td> <td>12</td><td>11</td><td>14</td><td>16</td><td>16</td><td>15</td><td>11</td><td>14</td><td>12</td><td>15</td> <td></td> <td>13.00</td> </tr> <tr> <td>Colocar tronco en un costado e inspeccionar</td> <td>38</td><td>35</td><td>33</td><td>34</td><td>34</td><td>37</td><td>37</td><td>34</td><td>42</td><td>37</td> <td></td> <td>36.14</td> </tr> <tr> <td>CICLOS</td> <td>56</td><td>51</td><td>52</td><td>54</td><td>53</td><td>59</td><td>52</td><td>52</td><td>59</td><td>57</td> <td></td> <td>53.24</td> </tr> </tbody> </table>	CUADRO 1											Recepción e inspección de troncos de madera											Sujetar tronco de ambos lados	5	4	9	5	6	11	5	4	7	4	PROMEDIO	5.00	Jalar tronco	12	10	11	13	12	11	17	16	11	12		12.50	Colocar tronco en un costado e inspeccionar	35	48	33	38	36	29	37	34	35	45		35.43	CICLOS	52	62	53	56	54	51	59	54	53	61		52.93	CUADRO 2											Recepción e inspección de troncos de madera											Sujetar tronco de ambos lados	6	5	5	4	3	7	4	4	5	5	PROMEDIO	4.10	Jalar tronco	12	11	14	16	16	15	11	14	12	15		13.00	Colocar tronco en un costado e inspeccionar	38	35	33	34	34	37	37	34	42	37		36.14	CICLOS	56	51	52	54	53	59	52	52	59	57		53.24	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MEDICIÓN</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CICLO</td> <td>56</td><td>51</td><td>52</td><td>54</td><td>53</td><td>59</td><td>52</td><td>52</td><td>59</td><td>57</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>BUSCAR TABLA MUNDEL</td> <td>0.07</td> </tr> <tr> <td>NUEVAS MEDICIONES</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	CICLO	56	51	52	54	53	59	52	52	59	57	BUSCAR TABLA MUNDEL	0.07	NUEVAS MEDICIONES	3																										
CUADRO 1																																																																																																																																																																																																									
Recepción e inspección de troncos de madera																																																																																																																																																																																																									
Sujetar tronco de ambos lados	5	4	9	5	6	11	5	4	7	4	PROMEDIO	5.00																																																																																																																																																																																													
Jalar tronco	12	10	11	13	12	11	17	16	11	12		12.50																																																																																																																																																																																													
Colocar tronco en un costado e inspeccionar	35	48	33	38	36	29	37	34	35	45		35.43																																																																																																																																																																																													
CICLOS	52	62	53	56	54	51	59	54	53	61		52.93																																																																																																																																																																																													
CUADRO 2																																																																																																																																																																																																									
Recepción e inspección de troncos de madera																																																																																																																																																																																																									
Sujetar tronco de ambos lados	6	5	5	4	3	7	4	4	5	5	PROMEDIO	4.10																																																																																																																																																																																													
Jalar tronco	12	11	14	16	16	15	11	14	12	15		13.00																																																																																																																																																																																													
Colocar tronco en un costado e inspeccionar	38	35	33	34	34	37	37	34	42	37		36.14																																																																																																																																																																																													
CICLOS	56	51	52	54	53	59	52	52	59	57		53.24																																																																																																																																																																																													
MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																															
CICLO	56	51	52	54	53	59	52	52	59	57																																																																																																																																																																																															
BUSCAR TABLA MUNDEL	0.07																																																																																																																																																																																																								
NUEVAS MEDICIONES	3																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="11">CUADRO 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="11">Traslado de troncos de madera a la tronquera</td> </tr> <tr> <td>Posicionar las horquillas debajo de los troncos y elevarlos</td> <td>17</td><td>18</td><td>15</td><td>10</td><td>16</td><td>17</td><td>15</td><td>20</td><td>21</td><td>19</td> <td>PROMEDIO</td> <td>17.25</td> </tr> <tr> <td>Conducir los troncos a la zona de la tronquera</td> <td>15</td><td>12</td><td>13</td><td>20</td><td>16</td><td>14</td><td>13</td><td>17</td><td>13</td><td>13</td> <td></td> <td>14.00</td> </tr> <tr> <td>Descargar los troncos a un costado de la tronquera</td> <td>10</td><td>8</td><td>9</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>13</td><td>9</td><td>14</td><td>10</td> <td></td> <td>8.57</td> </tr> <tr> <td>CICLOS</td> <td>42</td><td>38</td><td>37</td><td>37</td><td>40</td><td>39</td><td>41</td><td>46</td><td>48</td><td>42</td> <td></td> <td>39.82</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="11">CUADRO 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="11">Traslado de troncos de madera a la tronquera</td> </tr> <tr> <td>Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos</td> <td>18</td><td>15</td><td>23</td><td>24</td><td>16</td><td>17</td><td>20</td><td>22</td><td>19</td><td>19</td> <td>PROMEDIO</td> <td>18.25</td> </tr> <tr> <td>Conducir los troncos a la zona de la tronquera</td> <td>19</td><td>17</td><td>12</td><td>14</td><td>11</td><td>14</td><td>12</td><td>12</td><td>11</td><td>13</td> <td></td> <td>11.00</td> </tr> <tr> <td>Descargar los troncos a un costado de la tronquera</td> <td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>7</td><td>11</td><td>14</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>8</td> <td></td> <td>9.78</td> </tr> <tr> <td>CICLOS</td> <td>45</td><td>41</td><td>44</td><td>45</td><td>38</td><td>45</td><td>41</td><td>44</td><td>41</td><td>40</td> <td></td> <td>39.03</td> </tr> </tbody> </table>	CUADRO 1											Traslado de troncos de madera a la tronquera											Posicionar las horquillas debajo de los troncos y elevarlos	17	18	15	10	16	17	15	20	21	19	PROMEDIO	17.25	Conducir los troncos a la zona de la tronquera	15	12	13	20	16	14	13	17	13	13		14.00	Descargar los troncos a un costado de la tronquera	10	8	9	7	8	8	13	9	14	10		8.57	CICLOS	42	38	37	37	40	39	41	46	48	42		39.82	CUADRO 2											Traslado de troncos de madera a la tronquera											Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	18	15	23	24	16	17	20	22	19	19	PROMEDIO	18.25	Conducir los troncos a la zona de la tronquera	19	17	12	14	11	14	12	12	11	13		11.00	Descargar los troncos a un costado de la tronquera	8	9	9	7	11	14	9	10	11	8		9.78	CICLOS	45	41	44	45	38	45	41	44	41	40		39.03	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MEDICIÓN</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CICLO</td> <td>45</td><td>41</td><td>44</td><td>45</td><td>38</td><td>45</td><td>41</td><td>44</td><td>41</td><td>40</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>BUSCAR TABLA MUNDEL</td> <td>0.08</td> </tr> <tr> <td>NUEVAS MEDICIONES</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	CICLO	45	41	44	45	38	45	41	44	41	40	BUSCAR TABLA MUNDEL	0.08	NUEVAS MEDICIONES	4																										
CUADRO 1																																																																																																																																																																																																									
Traslado de troncos de madera a la tronquera																																																																																																																																																																																																									
Posicionar las horquillas debajo de los troncos y elevarlos	17	18	15	10	16	17	15	20	21	19	PROMEDIO	17.25																																																																																																																																																																																													
Conducir los troncos a la zona de la tronquera	15	12	13	20	16	14	13	17	13	13		14.00																																																																																																																																																																																													
Descargar los troncos a un costado de la tronquera	10	8	9	7	8	8	13	9	14	10		8.57																																																																																																																																																																																													
CICLOS	42	38	37	37	40	39	41	46	48	42		39.82																																																																																																																																																																																													
CUADRO 2																																																																																																																																																																																																									
Traslado de troncos de madera a la tronquera																																																																																																																																																																																																									
Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	18	15	23	24	16	17	20	22	19	19	PROMEDIO	18.25																																																																																																																																																																																													
Conducir los troncos a la zona de la tronquera	19	17	12	14	11	14	12	12	11	13		11.00																																																																																																																																																																																													
Descargar los troncos a un costado de la tronquera	8	9	9	7	11	14	9	10	11	8		9.78																																																																																																																																																																																													
CICLOS	45	41	44	45	38	45	41	44	41	40		39.03																																																																																																																																																																																													
MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																															
CICLO	45	41	44	45	38	45	41	44	41	40																																																																																																																																																																																															
BUSCAR TABLA MUNDEL	0.08																																																																																																																																																																																																								
NUEVAS MEDICIONES	4																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="11">CUADRO 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="11">Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en tablones</td> </tr> <tr> <td>Llevar el tronco y ubicar el tronco en la tronquera</td> <td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td> <td>PROMEDIO</td> <td>4.70</td> </tr> <tr> <td>Empujar el tronco para el primer corte recto</td> <td>8</td><td>9</td><td>6</td><td>9</td><td>8</td><td>9</td><td>6</td><td>10</td><td>7</td><td>11</td> <td></td> <td>7.75</td> </tr> <tr> <td>Regresar el tronco al inicio posicionandolo para que sea cortado del siguiente lado</td> <td>6</td><td>4</td><td>6</td><td>4</td><td>6</td><td>4</td><td>6</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td> <td></td> <td>4.80</td> </tr> <tr> <td>Empujar el tronco para el segundo corte recto y termine formando un ángulo de 90°</td> <td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td> <td></td> <td>9.30</td> </tr> <tr> <td>CICLOS</td> <td>27</td><td>27</td><td>26</td><td>27</td><td>27</td><td>27</td><td>29</td><td>25</td><td>29</td><td>29</td> <td></td> <td>26.55</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="11">CUADRO 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="11">Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en tablones</td> </tr> <tr> <td>Llevar el tronco y ubicar el tronco en la tronquera</td> <td>8</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td> <td>PROMEDIO</td> <td>4.88</td> </tr> <tr> <td>Empujar el tronco para el primer corte recto</td> <td>6</td><td>6</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>3</td><td>5</td><td>3</td><td>9</td> <td></td> <td>6.00</td> </tr> <tr> <td>Regresar el tronco al inicio posicionandolo para que sea cortado del siguiente lado</td> <td>15</td><td>6</td><td>9</td><td>6</td><td>15</td><td>15</td><td>18</td><td>15</td><td>18</td><td>12</td> <td></td> <td>14.25</td> </tr> <tr> <td>Empujar el tronco para el segundo corte recto y termine formando un ángulo de 90°</td> <td>9</td><td>9</td><td>6</td><td>9</td><td>6</td><td>18</td><td>6</td><td>9</td><td>6</td><td>18</td> <td></td> <td>7.50</td> </tr> <tr> <td>CICLOS</td> <td>38</td><td>26</td><td>26</td><td>25</td><td>31</td><td>42</td><td>32</td><td>34</td><td>33</td><td>45</td> <td></td> <td>32.63</td> </tr> </tbody> </table>	CUADRO 1											Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en tablones											Llevar el tronco y ubicar el tronco en la tronquera	4	5	4	4	5	6	6	5	4	4	PROMEDIO	4.70	Empujar el tronco para el primer corte recto	8	9	6	9	8	9	6	10	7	11		7.75	Regresar el tronco al inicio posicionandolo para que sea cortado del siguiente lado	6	4	6	4	6	4	6	4	4	4		4.80	Empujar el tronco para el segundo corte recto y termine formando un ángulo de 90°	9	9	10	10	8	8	9	10	10	10		9.30	CICLOS	27	27	26	27	27	27	29	25	29	29		26.55	CUADRO 2											Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en tablones											Llevar el tronco y ubicar el tronco en la tronquera	8	5	3	4	4	4	5	5	6	6	PROMEDIO	4.88	Empujar el tronco para el primer corte recto	6	6	8	6	6	5	3	5	3	9		6.00	Regresar el tronco al inicio posicionandolo para que sea cortado del siguiente lado	15	6	9	6	15	15	18	15	18	12		14.25	Empujar el tronco para el segundo corte recto y termine formando un ángulo de 90°	9	9	6	9	6	18	6	9	6	18		7.50	CICLOS	38	26	26	25	31	42	32	34	33	45		32.63	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MEDICIÓN</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CICLO</td> <td>27</td><td>27</td><td>26</td><td>27</td><td>27</td><td>27</td><td>29</td><td>25</td><td>29</td><td>29</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>BUSCAR TABLA MUNDEL</td> <td>0.07407</td> </tr> <tr> <td>NUEVAS MEDICIONES</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	CICLO	27	27	26	27	27	27	29	25	29	29	BUSCAR TABLA MUNDEL	0.07407	NUEVAS MEDICIONES	3
CUADRO 1																																																																																																																																																																																																									
Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en tablones																																																																																																																																																																																																									
Llevar el tronco y ubicar el tronco en la tronquera	4	5	4	4	5	6	6	5	4	4	PROMEDIO	4.70																																																																																																																																																																																													
Empujar el tronco para el primer corte recto	8	9	6	9	8	9	6	10	7	11		7.75																																																																																																																																																																																													
Regresar el tronco al inicio posicionandolo para que sea cortado del siguiente lado	6	4	6	4	6	4	6	4	4	4		4.80																																																																																																																																																																																													
Empujar el tronco para el segundo corte recto y termine formando un ángulo de 90°	9	9	10	10	8	8	9	10	10	10		9.30																																																																																																																																																																																													
CICLOS	27	27	26	27	27	27	29	25	29	29		26.55																																																																																																																																																																																													
CUADRO 2																																																																																																																																																																																																									
Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en tablones																																																																																																																																																																																																									
Llevar el tronco y ubicar el tronco en la tronquera	8	5	3	4	4	4	5	5	6	6	PROMEDIO	4.88																																																																																																																																																																																													
Empujar el tronco para el primer corte recto	6	6	8	6	6	5	3	5	3	9		6.00																																																																																																																																																																																													
Regresar el tronco al inicio posicionandolo para que sea cortado del siguiente lado	15	6	9	6	15	15	18	15	18	12		14.25																																																																																																																																																																																													
Empujar el tronco para el segundo corte recto y termine formando un ángulo de 90°	9	9	6	9	6	18	6	9	6	18		7.50																																																																																																																																																																																													
CICLOS	38	26	26	25	31	42	32	34	33	45		32.63																																																																																																																																																																																													
MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																															
CICLO	27	27	26	27	27	27	29	25	29	29																																																																																																																																																																																															
BUSCAR TABLA MUNDEL	0.07407																																																																																																																																																																																																								
NUEVAS MEDICIONES	3																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="11">CUADRO 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="11">Trasladar tablones a la tableadora</td> </tr> <tr> <td>Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos</td> <td>8</td><td>10</td><td>13</td><td>15</td><td>8</td><td>8</td><td>11</td><td>9</td><td>11</td><td>9</td> <td>PROMEDIO</td> <td>9.25</td> </tr> <tr> <td>Conducir los troncos a la zona de la tableadora</td> <td>72</td><td>76</td><td>72</td><td>74</td><td>71</td><td>71</td><td>74</td><td>72</td><td>70</td><td>76</td> <td></td> <td>72.80</td> </tr> <tr> <td>Descargar los troncos a un costado de la tableadora</td> <td>11</td><td>10</td><td>12</td><td>12</td><td>15</td><td>14</td><td>11</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td> <td></td> <td>11.13</td> </tr> <tr> <td>CICLOS</td> <td>91</td><td>96</td><td>97</td><td>101</td><td>94</td><td>93</td><td>96</td><td>93</td><td>92</td><td>95</td> <td></td> <td>94.86</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="11">CUADRO 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="11">Trasladar tablones a la tableadora</td> </tr> <tr> <td>Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos</td> <td>12</td><td>13</td><td>10</td><td>11</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>9</td><td>9</td> <td>PROMEDIO</td> <td>9.75</td> </tr> <tr> <td>Conducir los troncos a la zona de la tableadora</td> <td>75</td><td>74</td><td>70</td><td>71</td><td>90</td><td>70</td><td>71</td><td>72</td><td>74</td><td>75</td> <td></td> <td>72.44</td> </tr> <tr> <td>Descargar los troncos a un costado de la tableadora</td> <td>11</td><td>9</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>13</td><td>13</td> <td></td> <td>10.13</td> </tr> <tr> <td>CICLOS</td> <td>98</td><td>96</td><td>90</td><td>91</td><td>108</td><td>90</td><td>92</td><td>94</td><td>96</td><td>97</td> <td></td> <td>92.32</td> </tr> </tbody> </table>	CUADRO 1											Trasladar tablones a la tableadora											Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	8	10	13	15	8	8	11	9	11	9	PROMEDIO	9.25	Conducir los troncos a la zona de la tableadora	72	76	72	74	71	71	74	72	70	76		72.80	Descargar los troncos a un costado de la tableadora	11	10	12	12	15	14	11	12	11	10		11.13	CICLOS	91	96	97	101	94	93	96	93	92	95		94.86	CUADRO 2											Trasladar tablones a la tableadora											Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	12	13	10	11	9	9	10	11	9	9	PROMEDIO	9.75	Conducir los troncos a la zona de la tableadora	75	74	70	71	90	70	71	72	74	75		72.44	Descargar los troncos a un costado de la tableadora	11	9	10	9	9	11	11	11	13	13		10.13	CICLOS	98	96	90	91	108	90	92	94	96	97		92.32	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MEDICIÓN</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CICLO</td> <td>91</td><td>96</td><td>97</td><td>101</td><td>94</td><td>93</td><td>96</td><td>93</td><td>92</td><td>95</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>BUSCAR TABLA MUNDEL</td> <td>0.05208</td> </tr> <tr> <td>NUEVAS MEDICIONES</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	CICLO	91	96	97	101	94	93	96	93	92	95	BUSCAR TABLA MUNDEL	0.05208	NUEVAS MEDICIONES	1																										
CUADRO 1																																																																																																																																																																																																									
Trasladar tablones a la tableadora																																																																																																																																																																																																									
Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	8	10	13	15	8	8	11	9	11	9	PROMEDIO	9.25																																																																																																																																																																																													
Conducir los troncos a la zona de la tableadora	72	76	72	74	71	71	74	72	70	76		72.80																																																																																																																																																																																													
Descargar los troncos a un costado de la tableadora	11	10	12	12	15	14	11	12	11	10		11.13																																																																																																																																																																																													
CICLOS	91	96	97	101	94	93	96	93	92	95		94.86																																																																																																																																																																																													
CUADRO 2																																																																																																																																																																																																									
Trasladar tablones a la tableadora																																																																																																																																																																																																									
Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	12	13	10	11	9	9	10	11	9	9	PROMEDIO	9.75																																																																																																																																																																																													
Conducir los troncos a la zona de la tableadora	75	74	70	71	90	70	71	72	74	75		72.44																																																																																																																																																																																													
Descargar los troncos a un costado de la tableadora	11	9	10	9	9	11	11	11	13	13		10.13																																																																																																																																																																																													
CICLOS	98	96	90	91	108	90	92	94	96	97		92.32																																																																																																																																																																																													
MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																															
CICLO	91	96	97	101	94	93	96	93	92	95																																																																																																																																																																																															
BUSCAR TABLA MUNDEL	0.05208																																																																																																																																																																																																								
NUEVAS MEDICIONES	1																																																																																																																																																																																																								

Fuente: Elaboración propia

Los cuadros mostrados anteriormente hacen referencia a una toma de tiempos de 10 mediciones aleatorias de algunas de las actividades del proceso de producción, se hace lo mismo con todas las actividades del proceso para luego verificar en la tabla de Mundel del Anexo N°06 las mediciones reales que deben ser tomadas para las diferentes actividades.

Anexo N°06: Tabla de Mundel

TABLA DE MUNDEL					
(A-B)/(A+B)	Serie inicial de		(A-B)/(A+B)	Serie inicial de	
	5 mediciones	10 mediciones		5 mediciones	10 mediciones
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	0,4	190	108
0,18	38	22	0,41	200	114
0,19	43	24	0,42	210	120
0,2	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	0,5	296	170

Fuente: Elaboración propia

Luego de conocer el número de mediciones de tiempos reales, se procede a hacer las mediciones respectivas a las que se le va a agregar el factor de holgura y los suplementos necesarios para terminar de calcular el tiempo estándar, una muestra de ello está en el siguiente Anexo N°07 el cual se repite para todas las actividades del proceso de producción.

Anexo N°07: Calculo de tiempos estándares

FALTA DE TIEMPOS ESTANDAR

VALORACIÓN 95%

CUADRO 1							
Recepción e inspección de troncos de madera	1	2	3	PROMEDIO	T. NORMAL	HOLGURA	T. ESTANDAR
Sujetar tronco de ambos lados	4	4	5	4	4	39%	6
Jalar tronco	11	11	13	11	10		15
Colocar tronco en un costado e inspeccionar	34	35	35	35	33		46
CICLOS	49	50	53	50	48		66

CUADRO 2				
Recepción e inspección de troncos de madera	1	2	3	PROMEDIO
Sujetar tronco de ambos lados	4	6	5	5
Jalar tronco	15	11	11	11
Colocar tronco en un costado e inspeccionar	40	33	34	34
CICLOS	59	50	50	50

CUADRO 1								
Traslado de troncos de madera a la tronquera	1	2	3	4	PROMEDIO	T. NORMAL	HOLGURA	T. ESTANDAR
Posicionar las horquillas debajo de los troncos y elevarlos	15	18	15	16	15	15	15%	17
Conducir los troncos a la zona de la tronquera	12	12	13	15	12	12		13
Descargar los troncos a un costado de la tronquera	10	9	9	10	10	9		10
CICLOS	37	39	37	41	37	35		41

CUADRO 2					
Traslado de troncos de madera a la tronquera	1	2	3	4	PROMEDIO
Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	14	13	14	12	13.25
Conducir los troncos a la zona de la tronquera	11	15	12	11	8.50
Descargar los troncos a un costado de la tronquera	8	9	9	7	8.25
CICLOS	33	37	35	30	30.00

CUADRO 1							
Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en t	1	2	3	PROMEDIO	T. NORMAL	HOLGURA	T. ESTANDAR
Llevantar el tronco y ubicar el tronco en la tronquera	4	4	4	4	4	44%	5
Empujar el tronco para el primer corte recto	7	8	8	8	7		10
Regresar el tronco al inicio posicionandolo para que sea cortado del siguiente lado	5	5	6	5	5		14
Empujar el tronco para el segundo corte recto y termine formando un ángulo de 90°	12	10	9	10	9		13
CICLOS	28	27	27	27	16		43

CUADRO 2				
Cortar los troncos de madera en la tronquera de forma prismática cuadrangular para convertirlos en t	1	2	3	PROMEDIO
Llevantar el tronco y ubicar el tronco en la tronquera	4	4	5	4
Empujar el tronco para el primer corte recto	7	6	7	7
Regresar el tronco al inicio posicionandolo para que sea cortado del siguiente lado	14	13	16	14
Empujar el tronco para el segundo corte recto y termine formando un ángulo de 90°	6	9	10	10
CICLOS	31	32	38	34

CUADRO 1		
Trasladar tablonas a la tableadora	1	PROMEDIO
Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	9	9
Conducir los troncos a la zona de la tableadora	73	73
Descargar los troncos a un costado de la tableadora	11	11
CICLOS	93	93

CUADRO 2					
Trasladar tablonas a la tableadora	1	PROMEDIO	T. NORMAL	HOLGURA	T. ESTANDAR
Posicionar los troncos en las horquillas del montacarga y elevarlos	10	10	10	15%	11
Conducir los troncos a la zona de la tableadora	72	72	68		79
Descargar los troncos a un costado de la tableadora	10	10	10		11
CICLOS	92	92	87		101

Fuente: Elaboración propia