

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

COHORTE 2021

Tema: “Mejoramiento del proceso de la línea de recubrimiento de tableros de madera mediante el control estadístico de procesos en una planta maderera del sector industrial”

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister
en Producción y Operaciones Industriales

Modalidad de titulación: Proyectos de desarrollo.

Autora: Ingeniera Gabriela Anabel Iza Tutillo

Directora: Ingeniera Natalia Alexandra Montalvo Zamora. Magister

Ambato – Ecuador

2023

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor de la Defensa del Trabajo de Titulación presidido por la Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia. Magister., e integrado por los señores: Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg y la Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: “Mejoramiento del proceso de la línea de recubrimiento de tableros de madera mediante el control estadístico de procesos en una planta maderera del sector industrial”, elaborado y presentado por la señorita Ingeniera Gabriela Anabel Iza Tutillo, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Producción y Operaciones Industriales; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia. Mg.

Presidente y Miembro del Tribunal de Defensa

Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg.

Miembro del Tribunal de Defensa

Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg

Miembro del Tribunal de Defensa

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: Mejoramiento del proceso de la línea de recubrimiento de tableros de madera mediante el control estadístico de procesos en una planta maderera del sector industrial, le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Gabriela Anabel Iza Tutillo, Autor bajo la Dirección de la Ingeniera Natalia Alexandra Montalvo Zamora Magister, Directora del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Gabriela Anabel Iza Tutillo

CI: 0503993909

AUTORA

Ing. Natalia Alexandra Montalvo. Mg

CI: 1803540598

DIRECTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato.

Ingeniera Gabriela Anabel Iza Tutillo

CI: 0503993909

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada.....	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
AGRADECIMIENTO.....	xiii
DEDICATORIA.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
CAPÍTULO I.....	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Introducción.....	16
1.2. Justificación.....	16
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. General.....	17
1.3.2. Específicos.....	18
CAPÍTULO II.....	19
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	19
2.1. Estado del arte.....	19
2.3. Gestión por procesos.....	23
2.4. Modelamiento de procesos.....	23

2.5.	Control estadístico de procesos	23
2.6.	Capacidad del proceso Cp.....	25
2.7.	Índice Cpk	26
2.8.	Capacidad de largo plazo	27
2.9.	Índice Pp.....	27
2.10.	Indice Ppk	27
2.11.	Métricas Seis Sigma.....	28
2.12.	Índice Z	28
2.13.	Calidad Tres Sigma.....	29
2.14.	Índice Zc.....	29
2.15.	Índice ZL.....	29
2.16.	Calidad Seis Sigma	29
2.17.	Gráficos de control.....	30
2.18.	Interpretación del gráfico de control	30
2.19.	Límites de control:	31
2.20.	Cartas de control para variables X-R y X-S.....	31
2.21.	Gráficos X -R	31
2.22.	Gráficos X -S.....	32
2.23.	Cartas de control para atributos	34
2.24.	Gráfico p.....	34
2.25.	Gráfico Np.....	34
2.26.	Histograma	34
2.27.	Distribución normal estándar	35
2.28.	Diagrama de Pareto	35
2.29.	Diagrama causa-efecto	37
2.30.	Metodología 5W2H.....	37

2.31.	Muestreo por MIL STD 105E.....	38
2.32.	Muestreo de aceptación por variables military standard 414.....	39
2.33.	Análisis de criticidad en procesos productivos	39
2.34.	Cálculo del VAN Y TIR	39
2.35.	Tiempo de recuperación de la inversión	40
2.36.	Cálculo costo beneficio del proyecto	41
CAPÍTULO III.....		42
MARCO METODOLÓGICO.....		42
3.1.	Ubicación	42
3.2.	Equipos y materiales	42
3.3.	Tipo de investigación	43
3.4.	Población o muestra:	43
3.6	Recolección de información:	47
3.7.	Procesamiento de la información	51
CAPÍTULO IV.....		53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		53
4.1.	Descripción de la empresa Aglomerados Cotopaxi	53
4.1.1.	Visión, Misión y valores	53
4.1.2.	Cartera de productos	54
4.1.3.	Aplicación de tableros recubiertos en interiores	56
4.1.4.	Planta de producción:	57
4.1.5.	Organigrama industrial.....	59
4.1.6.	Política del sistema de gestión integral	61
4.1.7.	Gestión por procesos: modelamiento del proceso de recubrimiento de tableros	61
4.1.8.	Descripción general del proceso productivo: Recubrimiento de tableros	

de madera	64
4.1.9. Tablero aglomerado recubierto	69
4.1.10. Características dimensionales de tablero	69
4.1.11. Caracterización prensa Wemhoner	69
4.2. Análisis de la situación actual	70
4.2.1. Recepción y respuesta de reclamaciones por parte de clientes externos.	71
4.2.2. Análisis cuantificable de reclamaciones de clientes externos y tableros con defectos tipo B.....	71
4.3. Análisis de resultados por control estadístico	76
4.4. Control estadístico para variables	77
4.4.1. Prueba de normalidad	77
4.4.2. Resultado medidas de tendencia central y dispersión	78
4.4.3. Carta X y Rango para espesores enero.....	80
4.4.4. Carta X- S para espesores de tableros recubiertos enero	82
4.4.5. Gráfico Six Pack para tableros recubiertos lote enero	83
4.4.6. Carta X y Rango para espesores febrero	85
4.4.7. Carta X y S para espesores febrero	86
4.4.8. Gráfico Six Pack para tableros recubiertos lote febrero.....	87
4.5. Análisis AQL en Minitab para variables.....	89
4.6. Control estadístico para tributos.	91
4.6.1. Diagrama de Pareto para tableros con defecto año 2022	92
4.6.2. Diagrama de Pareto para tableros con defecto mes enero.....	93
4.6.3. Diagrama de Pareto para tableros con defecto mes enero.....	94
4.6.4. Cartas de control para atributos P mes enero	96
4.6.5. Cartas de control para atributos P mes febrero	97
4.6.6. Gráfica Np para atributos enero	98

4.6.7.	Gráfica Np para atributos febrero	99
4.7.	Diagrama Ishikawa para identificación de causas que originan defectos en los tableros	100
4.8.	Matriz de criticidad y determinación del grado de importancia de las causas que generan defectos en los tableros.....	103
4.9.	Propuestas para mejorar el proceso.....	108
4.10.	Análisis costo beneficio del proyecto	112
4.10.1.	Cálculo de la inversión inicial.....	114
4.10.2.	Cálculo del flujo neto de efectivo	115
4.10.3.	Cálculo del VAN.....	115
4.10.4.	Cálculo del TIR	116
4.10.5.	Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión	116
4.10.6.	Cálculo del costo beneficio	117
CAPÍTULO V		118
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS		118
5.1.	Conclusiones	118
5.2.	Recomendaciones.....	119
5.3.	Bibliografía	120
5.4.	Anexos	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Calidad seis sigma.....	29
Tabla 2: Interpretación para índices de capacidad del proceso.....	33
Tabla 3: Letras códigos para el tamaño de muestra para MIL STD 414 (muestreo para variables).....	45
Tabla 4: Tabla para inspección normal y severa (variabilidad desconocida, método de la desviación estándar) método M.....	46
Tabla 5: Herramientas para recolección de la información.	50
Tabla 6: Productos fabricados por Aglomerados Cotopaxi	54
Tabla 7: Formatos de productos.....	56
Tabla 8: Requisitos generales para liberación de tableros meláminicos para uso interior según DIN 14322 y Aglomerados Cotopaxi	69
Tabla 9: Tableros producidos, cantidad de reclamos y tableros con defectos del año 2022.....	72
Tabla 10: Reporte de reclamos por mes.....	75
Tabla 11: Resumen gráficas de control y capacidad de proceso.....	89
Tabla 12: Muestreo de aceptación por variables correspondiente al lote del mes de enero.....	90
Tabla 13: Muestreo de aceptación por variables correspondiente al lote febrero.....	90
Tabla 14: Defectos en tableros tipo B, año 2022	91
Tabla 15: Defectos de tableros tipo B, en el proceso productivo.....	93
Tabla 16: Defectos de tableros tipo B, en el proceso productivo febrero	94
Tabla 17: Ponderación para matriz de criticidad.....	103
Tabla 18: Ponderación para determinar actividades que afectan al proceso.....	103
Tabla 19: Matriz de criticidad para tableros recubiertos con bajo espesor.	104
Tabla 20: Matriz de criticidad para tableros recubiertos con papel montado.	106
Tabla 21: Actividades planteadas como propuesta de mejora para el proceso productivo	108
Tabla 22: Costo anual de tableros tipo B o con defectos	112
Tabla 23: Costo por reclamaciones	113
Tabla 24: Costo total por reclamaciones y tableros tipo B	113
Tabla 25: Cálculo de la inversión inicial.....	114
Tabla 26: Cálculo del flujo neto de efectivo	115

Tabla 27: Cálculo del VAN.....	115
Tabla 28: Calculo del TIR.....	116
Tabla 29: Caculo del tiempo de recuperación de la inversión.	116
Tabla 30: Cálculo de coto-beneficio	117
Tabla 31: Datos de espesor de 35 tableros correspondiente a enero 2023.....	141
Tabla 32: Datos de espesor de 35 tableros correspondiente a febrero 2023.....	142
Tabla 33: Tableros inspeccionados y tableros no conformes enero 2023.....	143
Tabla 34: Tableros inspeccionados y tableros no conformes febrero 2023	143
Tabla 35: Letras códigos para tamaño de muestra MIL STD 105E.....	165
Tabla 36: Tabla para inspección normal. Muestreo simple (MIL STD 105E).	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de control convencional para monitorear la variabilidad de un proceso	30
Figura 2: Ejemplo de un Diagrama de Pareto	36
Figura 3: Ubicación planta Aglomerados Cotopaxi.....	42
Figura 4: Diagrama de flujo para muestreo y toma de medidas de espesores de tableros recubiertos	48
Figura 5: Diagrama de flujo inspección visual de tableros recubiertos	50
Figura 6: Aplicaciones con tableros de melamina colores madereados.....	56
Figura 7: Aplicaciones con tableros de melamina colores Gris.....	57
Figura 8: Aplicaciones con tableros de melamina colores Claros	57
Figura 9: Planta de producción	58
Figura 10: Plantaciones forestales.....	58
Figura 11: Diagrama de flujo actual del proceso de recubrimiento de tableros.....	62
Figura 12: Tablero de programación Kanban	64
Figura 13: Ingreso de tableros a la prensa Wemhoner	65
Figura 14: Caja de papel meláminico.....	65
Figura 15: Colocación de papel	65
Figura 16: Prensado de tableros	66
Figura 17: Refilado de tableros	66
Figura 18: Medición de espesores de tableros recubiertos.....	67
Figura 19: Inspección Visual de tableros recubiertos	67
Figura 20: Embalaje de tableros.....	68
Figura 21: Almacenamiento y enfriamiento de tableros recubiertos	68
Figura 22: Reclamaciones año 2022	75
Figura 23: Cantidad de tableros sumados por reclamaciones año 2022	76
Figura 24: Distribución normal de datos correspondientes al mes enero	77
Figura 25: Distribución normal de datos correspondientes al mes febrero.....	77
Figura 25: Resumen estadígrafos para espesor enero	78
Figura 26:Resumen estadígrafos para espesor febrero	80
Figura 27: Gráficas X-R de espesores correspondientes a enero.....	81

Figura 28: Gráficas X-S de espesores correspondientes a enero	82
Figura 29: Datos capacidad de proceso a corto plazo	83
Figura 30. Capacidad de proceso Sixpack para espesor Enero	83
Figura 31: Gráficas X-R de espesores correspondientes a febrero	85
Figura 32: Gráficas X-S de espesores correspondientes a febrero.....	86
Figura 33: Capacidad de proceso Sixpack para espesor Febrero	87
Figura 34: Datos capacidad de proceso a corto plazo	87
Figura 35. Diagrama de Pareto causas de tableros tipo B año 2022.....	92
Figura 36: Diagrama de Pareto con defectos de tableros tipo B, lote enero.	94
Figura 37: Diagrama de Pareto con defectos de tableros tipo B, mes Febrero	95
Figura 38: Gráfica P, número de tableros No conformes enero 2023.....	96
Figura 39: Gráfica P, número de tableros No conformes febrero 2023.	97
Figura 40: Grafica np, de tableros no conformes correspondiente a enero.....	98
Figura 41: Grafica np, de tableros no conformes correspondiente a febrero	99
Figura 42: Diagrama Causa Efecto para tableros recubiertos con bajo espesor	100
Figura 43 Diagrama Causa Efecto para tableros recubiertos con Papel Montado... ..	102

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Áreas bajo la curva normal.....	125
Anexo 2: Norma DIN EN14322 y MILITARY ESTÁNDAR 414.....	126
Anexo 3: Hoja de vida instrumentos de medida	127
Anexo 4: Calibración de instrumentos.....	128
Anexo 5: Hoja de vida y calibración de patrón.....	129
Anexo 6: Evidencia de medición de espesor en producto terminado.	131
Anexo 7: Capacitación metrología y control de calidad	132
Anexo 8: Plan de capacitación para metrología y control de calidad para personal del área producción	134
Anexo 9: Inspección visual para defectos de tableros recubiertos.....	135
Anexo 10: Datos para analisis estadístico por variables	141
Anexo 11: Datos para analisis estadístico por atributos.....	143
Anexo 12 Propuesta de instructivo para producción.....	145
Anexo 13: Diagrama de flujo propuesto	158
Anexo 14: Caracterización del proceso.....	162
Anexo 15: Especificaciones para producir tableros recubiertos	163
Anexo 16: Procedimiento de muestreo para atributos	165
Anexo 17: Definición de gramaje de papel y medida estándar.....	167
Anexo 18: Plano de diseño de flauta de aire para interior de prensa Wemhoner ..	170
Anexo 19 Diseño de carta de control para variables.....	171

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen, por darme la fuerza y salud para concluir este trabajo y maestría.

A mi madre Narcisa por siempre guiarme, apoyarme, ayudarme y brindarme sus cuidados con el amor que solo una madre puede entregar a sus hijos, a mi Padre por su apoyo.

A la Universidad Técnica de Ambato por brindarme la oportunidad de formarme y obtener mis títulos profesionales de tercer y cuarto nivel.

A la Ingeniera Natalia Montalvo por su apoyo y por compartir sus conocimientos durante el desarrollo de la maestría y elaboración de este proyecto de titulación.

Ing., Gaby

DEDICATORIA

A concluir este trabajo y maestría, para obtener mi título de cuarto nivel deseo dedicar el presente proyecto a:

Mi Mami Narcisa quien es la persona más importante y especial en mi vida, quien me ha cuidado y ayudado en todos los momentos de mi existencia por brindarme su amor y apoyo incondicional. También a mi padre Carlos por su apoyo y ayuda.

A mi hermana Johanna que desde el cielo siempre me cuida, por estar presente en mis sueños dándome fuerzas para cumplir esta meta y anhelo que juntas planeamos hace años.

Ing., Gaby

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELESTRÓNICA E INDUSTRIAL MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

COHORTE 2021

TEMA:

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LA LÍNEA DE RECUBRIMIENTO DE
TABLEROS DE MADERA MEDIANTE EL CONTROL ESTADÍSTICO DE
PROCESOS EN UNA PLANTA MADERERA DEL SECTOR INDUSTRIAL

MODALIDAD DE TITULACIÓN: Proyectos de desarrollo

AUTOR: Ingeniera Gabriela Anabel Iza Tutillo

DIRECTOR: Ingeniera Natalia Alexandra Montalvo Zamora. Magister

FECHA: 29 de agosto del 2023

RESUMEN EJECUTIVO

Los productos terminados deben cumplir con especificaciones de calidad establecidas en normativas adoptadas por cada organización, y lograr la satisfacción del cliente, bajo este contexto el objetivo del proyecto fue el desarrollo de una propuesta de mejora para el proceso de recubrimiento de tableros por control estadístico. La investigación se realizó bajo un análisis de variables y atributos, basada en el cumplimiento respecto al espesor tolerado en la norma DIN EN14322, la selección de la cantidad de muestras fue calculada con la metodología adoptada por la compañía MILSTD 414.

El objetivo de la propuesta es reducir el 50% de los defectos y reclamaciones, para ello la inversión inicial estimada es \$234432, el VAN con un valor de \$435626,76 >0 indicando que es un proyecto viable y un TIR igual al 83% mayor al 15%, siendo el 15% el valor de la tasa activa en el Ecuador e indica que es un proyecto viable , en el cálculo para recuperar de la inversión inicial se determinó como necesario 1 año 2 meses para recuperarla, y el

costo beneficio del proyecto determinó que una vez concluido el proyecto la organización ganara 0,63ctv por cada dólar invertido.

Se concluye luego del análisis de control estadístico aplicado al proceso de tableros de la línea de recubrimiento del 100% de la producción de tableros el 52% corresponden a tipo B y reclamaciones de clientes, un $C_p=1,10$ que corresponde a un proceso de clase 3 parcialmente adecuado requiriendo un con control estadístico. Por lo cual se propone actividades que mitiguen la producción de tableros tipo B y reclamaciones de clientes, empleando herramientas como análisis de causa efecto, matriz de criticidad, se plantea una propuesta de mejora determinando actividades donde intervienen los departamentos de calidad, producción y mantenimiento.

Descriptor: CONTROL ESTADÍSTICO, CARACTERIZACIÓN DE PROCESO, DEFECTOS, REPROCESOS.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El uso sistemático del Control Estadístico de Proceso permite identificar las distintas fuentes de variación y detectar situaciones que se encuentran fuera de control (Madanhire & Mbohwa, 2017). Por lo que, una implementación efectiva incluye mecanismos para eliminar fuentes inusuales de variación mediante acciones correctivas como parte de la práctica diaria de ingenieros, gerentes y operadores. La investigación sobre control estadístico se ha preocupado principalmente por las soluciones técnicas y elecciones estadísticas (Jamadar, 2020).

En este contexto, la implementación del control estadístico está impulsada por el deseo de ser más proactivo, ya que la reactividad de un sistema de control de calidad basado en la inspección es poco confiable, costosa y lleva mucho tiempo; no obstante, esta metodología comúnmente se pasa por alto debido a la falta de conocimiento de los beneficios potenciales y falla debido a un objetivo poco claro y un plan de implementación mal construido (Gormen, 2022).

La metodología permite reducir la variabilidad y llevar el control estadístico del proceso de producción, reforzando los procesos estratégicos, fundamentales o de apoyo, esta metodología ha sido utilizada a nivel mundial en industrias que han ido evolucionando y mejorando sus actividades comerciales estableciendo límites de control. Además, se ha establecido que la calidad es fundamental para ofertar y poder competir en el mercado. Por lo que, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar una propuesta de mejora en el proceso de recubrimiento de tableros de madera mediante el control estadístico de procesos en una planta maderera del sector industrial.

1.2. Justificación

Los tableros de partículas de madera son considerados el producto número 836 más comercializado del mundo, siendo China el país con mayor producción. En Ecuador la

industria maderera y forestal es el sector con un índice de mayor crecimiento e impacto en el área comercial debido a la producción local existente. La producción local se refleja en la disminución de cifras de importación de otros países, en el 2021 se generó USD 629 millones según cifras del Banco Central del Ecuador. Los tableros son el principal producto de exportación de la industria madera y forestal.

Aglomerados Cotopaxi ha diversificado su producción y son parte importante del crecimiento sostenible en el país. Ubicada en la zona centro del país, produce y comercializa madera sólida, tableros de partículas de madera MDF Y Aglomerado. Fabrica tableros enchapados y recubiertos con papel de melamina y cuenta con una línea de molduras. El proyecto se desarrollará en la línea de recubrimiento de tableros con papel meláminico, en esta área se presan los tableros de madera en una prensa a temperaturas, presiones ideales y tiempo adecuado.

La línea de recubrimiento de tableros con papel meláminico presenta defectos de calidad, reprocesos y mudas en producción, de ahí nace la importancia de llevar a cabo esta investigación para lograr un mejoramiento continuo en el proceso productivo, aplicando mejoras con el control estadístico de calidad mediante la metodología Seis Sigma. Al aplicar esta herramienta se reducirá los desperdicios, defectos y reprocesos.

Dada la problemática previamente descrita, se considera apropiado la implementación del control estadístico de procesos, que es una tecnología valiosa para comprender el comportamiento de los procesos y para tomar decisiones en tiempo real por parte de los operadores y gerentes que trabajan en producción (Zan et al., (2020)).

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Desarrollar una propuesta de mejora en el proceso de recubrimiento de tableros de madera mediante el control estadístico de procesos en una planta maderera del sector industrial.

1.3.2. Específicos

- Realizar el levantamiento de la situación actual del proceso de recubrimiento meláminico de tableros.
- Analizar las variables del producto mediante el control estadístico de proceso.
- Desarrollar propuestas para mejorar el proceso de recubrimiento meláminico de tableros.
- Analizar el costo beneficio de la propuesta elaborada.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.Estado del arte

Según el estudio de Dyah & Joko (2020), el cual se enfocó en el análisis y mejora de la calidad del producto Chippendale Lacquered Library Side Table, fabricado por Bothwell Indonesia. Para lo cual, se utilizó un enfoque de control de calidad que involucra siete herramientas diferentes para identificar y comprender los problemas de calidad. Los resultados destacan que la falta de uniformidad en la pintura es el defecto más común, seguido de defectos visuales graves y piezas rotas o con sobre espesor. Se identificó áreas y maquinaria específica en el proceso de fabricación que contribuyen a estos problemas. Además de los insumos que fue considerados como no apropiados de acuerdo con los análisis de calidad. Las recomendaciones incluyen mejoras en las etapas de pintura, recepción de materia prima y mantenimiento de máquinas de ensamblaje, capacitación adicional para el personal y una supervisión más rigurosa para lograr una reducción significativa de los problemas de calidad y una mejora general en la calidad del producto final.

Entre los principales antecedentes relacionados con la presente investigación, se tiene el estudio de Zurita (2018) el cual tuvo como objetivo principal mejorar la eficiencia en la línea de producción de tableros contrachapados en la empresa Arboriente S.A. para lo cual, se aplicó métodos de control estadístico de procesos y diseño de experimentos, siguiendo estándares de mejora continua. Inicialmente, se realizó un diagnóstico para entender la situación actual de la producción de tableros. A través del control estadístico, se evaluó la variabilidad del proceso y su capacidad, mientras que el diseño de experimentos ayudó a identificar las causas especiales de variabilidad que requerían atención. Las principales fuentes de variabilidad identificadas estaban relacionadas con los operarios inexpertos, y las dimensiones de la profundidad de corte no definidas para el proceso, que dan como resultado problemas de calidad, tableros desechados por defectos, costo de producción elevado, y un indicador de rotación de personal no controlado. Para resolver estos problemas, se implementaron medidas de control y se

diseñó un instructivo para los operarios, además de proporcionar capacitación.

Por otro lado, se tiene el estudio de Savsar & Alotaibi, (2020) cuyo objetivo fue demostrar la importancia de las desviaciones en los cortes de madera y tableros respecto a los requisitos estándar de la normativa vigente, cuantificando la cantidad de desperdicio en tiempo de trabajo y uso de material durante un período de fabricación específico, que da como resultado un excesivo desperdicio de materiales y horas hombre empleadas además pérdidas económicas para la organización. Se desarrollaron y aplicaron procedimientos de control de calidad, incluyendo gráficos de control para supervisar las operaciones de corte. Las propuestas presentadas en este estudio fueron la estandarización de medidas de corte automático realizado por máquinas, procedimientos de muestro por lote con el fin de mejorar sus operaciones de corte y minimizar el desperdicio y calificación de la mano de obra de operarios.

Finalmente se tiene el estudio de Knop (2021) el cual se centra en el uso de herramientas de Control Estadístico de Procesos (SPC) para gestionar y mejorar el proceso de taladrado en la fabricación de muebles de madera, utilizando diversas herramientas estadísticas y el software Statistica de TIBCO Software Inc. para analizar el proceso, identificar problemas y evaluar su estabilidad y capacidad. Los resultados mostraron que la mala calidad del proceso es directamente proporcional a las herramientas empleadas y a la cantidad de trabajos pendientes o por ejecutar acumulados respecto a la cantidad de personas que trabajan en el lugar, con base en esta información, se propusieron acciones para mejorar la calidad del proceso basadas en la implementación de sistemas de prevención de errores en maquinarias, un plan de mantenimiento o calibración y la capacitación de empleados.

2.2. Calidad

Sweis et al. (2019) presentó una definición de calidad que establece que la calidad es el estado de conformidad de los requisitos previamente establecidos dentro del producto o servicio. Lo que presenta esta definición es la idea de conformidad, que está algo relacionada con el proceso de prueba, probando y enfocando los resultados del producto o servicio antes de que llegue al usuario final. El uso del concepto de calidad se utilizó por primera vez en la industria japonesa tras la avería de su red de telecomunicaciones. La inspección de calidad estaba destinada a ayudar a detectar productos aceptables y de alta

calidad y permitirles pasar mientras detenía productos de baja calidad inaceptables, por lo que, la calidad de la producción estuvo determinada por el porcentaje de productos que eran aceptables. Los productos de calidad eran aquellos que se consideraban conformes con el requisito de cliente. Estas fueron características técnicas especificadas que se utilizaron para definir los requisitos de un producto de calidad.

El control de calidad se define normalmente en la norma de calidad ISO 9000 e implica determinar si un producto o sistema cumple con los requisitos de calidad del cliente. El control de calidad incluye los conceptos de verificación, validación y prueba. Uno o más de estos pueden usarse para satisfacer las necesidades de control de calidad. Desde la publicación en 2003 de una revisión "Control de calidad interno: estrategias de planificación e implementación", el control de calidad ha evolucionado como parte de un sistema integral de gestión de calidad. El lenguaje de la calidad actual lo define la Organización Internacional de Normalización (ISO) en un esfuerzo por estandarizar la terminología y las prácticas de gestión de la calidad para aplicaciones en todo el mundo (Westgard & Westgard, 2016).

La calidad es una medida de qué tan bien un producto o servicio satisface las necesidades del cliente en función de ciertos estándares. Calidad constituida con clientes invisibles a la vista. Mientras que otros requisitos se definen traduciendo la característica que tiene la empresa que produce el producto a las especificaciones establecidas. La calidad también es una conformidad con la especificación y el nivel de conformidad es una medida de la calidad. Si las especificaciones no satisfacen las necesidades de los clientes, se deben cambiar las especificaciones (Khawarita & Elvira, 2020).

La calidad es una característica de los productos y procesos en cualquier industria manufacturera. Para las empresas y organizaciones en el mercado global, esto se considera una ventaja estratégica. En la historia los modelos y prácticas de calidad han pasado por muchas fases evolutivas, desde la inspección hasta el control, el seguimiento, el aseguramiento de la calidad, la gestión de la calidad y la calidad del diseño (Tambare et al., (2022). Según Jardzioch et al. (2018), hay consecuencias de la baja calidad como:

- Costo interno de falla: Se incurre en costos de fallas internas cuando se fabrican productos defectuosos. Se incurre en costos de reelaboración y nuevas pruebas cuando un material ha sido identificado como defectuoso, pero se gasta tiempo, dinero y mano de obra adicionales para garantizar que el producto final se ajuste después de ser reelaborado. No solo se incurre en costos por el valor adicional agregado al material, sino también por los retrasos en la programación de producción del material de reelaboración. La fabricación de un producto potencialmente conforme se retrasa, y esto podría provocar retrasos en la entrega, ya que el programa de producción y entrega se ajusta para compensar el tiempo perdido en el reproceso.
- Costo externo de falla: Se incurre en costos asociados con fallas externas cuando los defectos se identifican después de la entrega al cliente y dentro del período de vida útil garantizado o debido a la insatisfacción del cliente. Según el acuerdo contractual, el proveedor podría ser responsable de los costos incurridos con la reelaboración del material o el desecho del producto no conforme. El cliente puede responsabilizar al proveedor por cualesquiera penalizaciones sufridas en sus entregas debido a un retraso en su proceso, ya que el material no conforme contribuyó a planificar retrasos en el proceso del cliente, o cualquier pérdida en las ventas o ventas potenciales.

El control de calidad encapsula todas las técnicas y actividades operativas utilizadas por una empresa para garantizar un producto final conforme. Esto implica el proceso de examen de productos o materiales con el objetivo de identificar material defectuoso antes de la entrega al cliente (Miché, 2019). La aparición de variabilidad en un proceso de fabricación es una de las principales amenazas a las que se enfrentan los fabricantes en sus esfuerzos por lograr una alta calidad de los productos. De acuerdo con la definición de calidad, esta es inversamente proporcional a la variabilidad. Uno de los medios para evaluar el grado de variabilidad en el proceso de fabricación es la aplicación de métodos estadísticos. El uso de métodos estadísticos de aseguramiento de la calidad actualmente está ganando popularidad y se está volviendo común en las empresas manufactureras más grandes (Jardzioch et al., (2018).

2.3.Gestión por procesos

El proceso es la serie de operaciones para obtener resultados de buena calidad y se relaciona con la conversión de entradas por resultados o salidas, que corresponde a los productos de fabricación. Por lo tanto, cualquier error en los resultados será causado por un proceso que incluye elementos humanos, máquinas, materiales, métodos y entornos. Es muy importante para la organización, asegurar la calidad y continuidad del proceso. Por lo tanto, la variabilidad debe tomarse bajo control, lo que se traduce en la capacidad de mantener la variación del proceso dentro de la oscilación aleatoria dejando de lado las causas que crean los problemas (Gormen, 2022).

La gestión por procesos proporciona las herramientas para comprender las fuentes de los problemas de realización de procesos, para descubrir las posibles formas de mejora y optimización de procesos y también las medidas de evaluación del desempeño; por lo que, las actividades de procesos de negocios permiten una capacidad para convertir procesos entradas y recursos a una salida, aceptable para el cliente, por lo que, se establece como la combinación de un conjunto de actividades dentro de una empresa con una estructura que describe su orden lógico y dependencia cuyo objetivo es producir un resultado deseado y por lo tanto es un conjunto estructurado y medido de actividades y flujos que utilizan los recursos necesarios de la organización para proporcionar salida especificada para un cliente en particular (Zemgulienė & Valukonis, 2018).

2.4.Modelamiento de procesos

El modelamiento de procesos se basa en identificar, documentar, analizar y desarrollar un proceso mejorado. Visualiza los procesos de trabajo, incluidas las actividades, la conexión entre ellos y las entradas y salidas y por lo general. El proceso principal se puede dividir en subprocesos. Los subprocesos se pueden dividir en actividades y las tareas se encuentran en la parte inferior de la jerarquía (Alipour, 2019).

2.5.Control estadístico de procesos

El auge de la gestión de la calidad hizo que el control estadístico de proceso trascendiera el dominio de la fabricación. La literatura apoya el éxito de estos programas

implementados en mecanizado y ensamblaje, la comida, industria manufacturera, calefacción, ventilación y aire acondicionado, mantenimiento y confiabilidad; desarrollo de software; medicina, y gestión de proyectos. La diversificación de la industria de la implementación del control estadístico apoya la eficiencia que aporta a la toma de decisiones de los procesos. La introducción de métodos estadísticos en el sistema de gestión de la calidad ha revolucionado la forma en que operan empresas manufactureras, a través de la utilización de varias herramientas de mejora continua para mejorar la satisfacción del cliente, además la motivación básica corresponde a dos razones principales; el deseo proactivo de desarrollar una competencia y para obtener beneficios operativos específicos. Estos beneficios son impulsados por una reducción en la variación que podría aumentar la eficiencia, mejorar la calidad y también reducir los costos operativos (Toledo et al., (2017).

El beneficio principal del control estadístico de proceso es el establecimiento de la capacidad de identificar y eliminar la variabilidad. La herramienta también permite una mejor comprensión de un proceso, ya que se requiere un mejor entendimiento de las entradas y salidas de un proceso para garantizar su implementación efectiva. La naturaleza estadística de la herramienta permite la recopilación de grandes cantidades de datos. Los datos históricos pueden ser beneficiosos al establecer puntos de referencia de desempeño que permitan la mejora (Miché, 2019).

En la aplicación del control estadístico de proceso, es importante comprender e identificar las características clave del producto que son fundamentales para los clientes o la variación clave del proceso (Madanhire & Mbohwa, 2017). Los pasos clave son:

- Identificar procesos definidos
- Identificar atributos medibles del proceso
- Caracterizar la variación natural de los atributos
- Seguimiento de la variación del proceso
- Si el proceso está bajo control, continúe con el seguimiento
- Si el proceso no está bajo control: Identifique la causa asignable, elimine la causa asignable y realice un seguimiento de la variación del proceso.

El control estadístico de proceso es una técnica que utiliza métodos estadísticos para monitorear datos de un proceso de fabricación: estos datos pueden ser datos de atributos (por ejemplo: número de tabletas defectuosas en una muestra de 200, muestreadas cada dos horas) o datos variables (por ejemplo: tiempo para disolver una tableta en un subgrupo de cinco tabletas muestreadas cada hora); es una poderosa técnica para controlar, gestionar, analizar y mejorar continuamente el rendimiento de un proceso mediante la reducción de la variabilidad del proceso, como el error del operador, los errores en las mediciones y el uso de materia prima inadecuada, entre otros (Cui, 2020).

- La primera fase es monitorear si el proceso está bajo control estadístico mediante el trazado de datos en gráficos de control; Si hay alguna indicación de la presencia de una posible causa asignable (por ejemplo: un punto está fuera de los límites de control), esto necesita ser investigado, y la causa asignable eliminada tan pronto como sea posible. Esto es para evitar que se produzcan artículos innecesarios fuera de las especificaciones. Para ello, una combinación de herramientas de control estadístico de proceso con otras herramientas de calidad podría ayudar a encontrar la causa de los procesos descontrolados y hacer ajustes.
- La segunda fase es determinar la capacidad del proceso, lo cual es una herramienta poderosa que se utiliza para cuantificar la capacidad del proceso estudiado para producir un producto que cumpla con las especificaciones del proceso de diseño. Esta herramienta se puede utilizar para predecir qué porción de la población total del producto producido quedará fuera de los límites de especificación del proceso acordados por el cliente y, por lo tanto, dará como resultado un defecto. La capacidad del proceso se puede describir como una comparación del rendimiento del proceso con sus especificaciones de proceso utilizando varios índices de capacidad.

2.6.Capacidad del proceso Cp

La medición de la capacidad del proceso es crucial para el control de calidad cuantitativo, y los índices de capacidad del proceso son medidas estadísticas de la capacidad del proceso. Se han propuesto muchos índices de capacidad del proceso en las últimas décadas, y se han aplicado ampliamente en diversas industrias, las métricas investigadas

son los índices de capacidad del proceso Cp y Cpk, que miden la capacidad de un proceso para cumplir con los límites de ingeniería (Bottania et al., (2021).

Este índice evalúa el desempeño del proceso relacionado con las especificaciones de producción, y se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$Cp = \frac{USL-LSL}{6\sigma}$$

Ecuación 1

Donde:

USL= límite superior de especificación de la característica de calidad,

LSL= límite inferior de especificación de la característica de calidad,

σ es la desviación estándar del proceso.

El resultado del Cp indica la amplitud de la variación del proceso, de la siguiente forma (Pulido, 2009):

- Si el Cp. > 2 se dice que el proceso es de clase mundial y tiene calidad seis sigmas
- Si el CP se encuentra entre $1.33 \leq CP \leq 2$ se dice que es proceso es de clase 1 y es más que adecuado.
- Si el CP se encuentra entre $1 \leq Cp. < 1.33$ se dice que el proceso es de clase 2 y es adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el CP se acerque a 1.
- Si el CP se encuentra entre $0.67 \leq Cp. \leq 1$ se dice que el proceso es de clase 3 y no es el adecuado para el trabajo, se necesita un análisis del proceso, requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
- Si el Cp. < 0.67 se dice que el proceso no es el adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias.

2.7.Índice Cpk

Es el indicador de la capacidad real de un proceso se interpreta como una versión corregida del índice Cp para tomar en cuenta el centrado del proceso y se interpreta de la siguiente forma (Bottania, Montanaria, Volpia, Tebaldia, & Mariaa, 2021):

- El índice Cpk siempre va a ser menor o igual que el índice Cp. Cuando son muy próximos, eso indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.
- Cuando el índice Cpk es mucho más pequeño que el Cp, significa que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones. De esa manera, el índice Cpk estará indicando la capacidad real del proceso, y si se corrige el problema de descentrado se alcanzará la capacidad potencial indicada por el índice Cp.
- Si el índice Cpk es mayor a 1.25 en un proceso ya existente, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria. Para procesos nuevos se pide que $Cpk > 1.45$.
- Si el índice Cpk es igual a cero o negativo, e indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

2.8. Capacidad de largo plazo

Se calcula con muchos datos tomados de un periodo largo para que los factores externos influyan en el proceso, y σ se estima mediante la desviación estándar de todos los datos ($\sigma = S$).

2.9. Índice Pp

El índice de desempeño potencial del proceso (process performance) Pp se calcula de la siguiente manera:

$$P_p = \frac{ES - EI}{6\sigma_L}$$

Ecuación 2

donde:

σ_L es la desviación estándar de largo plazo.

Sin embargo, el índice Pp se calcula en forma similar al Cp, la diferencia es que Pp utiliza σ_L , mientras que Cp se calcula con la desviación estándar de corto plazo y no toma en cuenta el centrado del proceso (Pulido, 2009).

2.10. Índice Ppk

El índice Ppk es el indicador del desempeño real del proceso, que se calcula en forma similar al índice Cpk pero usando la desviación estándar de largo (Pulido, 2009).

$$P_{pk} = \text{mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma L}, \frac{\mu - EI}{3\sigma L} \right]$$

Ecuación 3

2.11. Métricas Seis Sigma

Six Sigma es una herramienta estadística que las empresas han utilizado para mejorar la capacidad de los procesos y cuyo objetivo principal es mejorar la capacidad del proceso para todas las características críticas para la calidad. Cuando la capacidad del proceso alcanza el nivel Six Sigma, la salida del proceso es solo 3,4 ppm defectuosa. Para medir el nivel de calidad de la capacidad del proceso, se debe definir un índice de capacidad. En los últimos años, muchos estudios se han centrado en este tema, señalando las relaciones de la capacidad el proceso con el nivel Six Sigma, y han utilizado el gráfico de análisis de calidad del proceso de características múltiples para determinar si la calidad de un proceso cumple con las expectativas de los clientes (Tseng et al., (2022)).

2.12. Índice Z

Es la métrica de capacidad de procesos más utilizada en Seis Sigma. Su forma de cálculo es el cociente entre la distancia de la media y las especificaciones con la desviación estándar (Pulido, 2009).

$$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma}$$

Ecuación 4

$$Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma}$$

Ecuación 5

La capacidad de un proceso medida en términos del índice Z será igual al valor más pequeño: (Pulido, 2009)

$$Z = \text{minimo} [Z_s Z_i]$$

Ecuación 6

2.13. Calidad Tres Sigma

Cumple con especificaciones a corto plazo y es igual a $Z_c=3$ y el índice es $C_{pk} = 1$.

2.14. Índice Z_c

En el cual se emplea la desviación estándar de corto plazo (Pulido, 2009).

2.15. Índice Z_L

Valor del Índice Z que utiliza la desviación estándar de largo plazo (Pulido, 2009).

2.16. Calidad Seis Sigma

Tener esta calidad significa diseñar productos y procesos que logren que la variación de las características de calidad sea tan pequeña que el índice Z_c a corto plazo es igual a 6.

Tabla 1: Calidad seis sigma

Calidad de corto plazo (suponiendo un proceso centrado)				Calidad de largo plazo con un movimiento de 1.5σ		
Índice C_p	Calidad en sigmas Z_t	% de la curva dentro de especificaciones	Partes por millón fuera de especificaciones	Índice Z_L	% de la curva dentro de especificaciones	Partes por millón fuera de especificaciones
0,33	1	68,27	317300	-0,5	30,23	697700
0,67	2	95,45	45500	0,5	69,13	308700
1	3	99,73	2700	1,5	93,32	66807
1,33	4	99,9937	63	2,5	99,379	6210
1,67	5	99,999943	0,57	3,5	99,9767	233
2	6	99,9999998	0,002	4,5	99,99966	3,4

Fuente: (Pulido, 2009)

2.17. Gráficos de control

Los gráficos de control, también conocidos como gráficos de comportamiento de procesos, son herramientas de control estadístico de procesos que se utilizan para determinar si un proceso de fabricación o negocio está en un estado de control. Es más apropiado decir que los gráficos de control son el dispositivo gráfico para el Monitoreo Estadístico de Procesos. Los gráficos de control tradicionales están diseñados principalmente para monitorear los parámetros del proceso cuando se conoce la forma subyacente de las distribuciones del proceso (Jamadar, 2020).

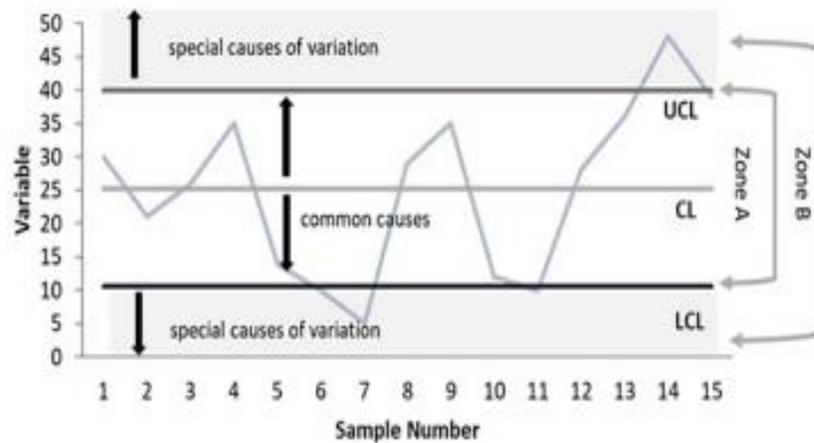


Figura 1. Gráfico de control convencional para monitorear la variabilidad de un proceso
Fuente: (Jamadar, 2020)

2.18. Interpretación del gráfico de control

Los gráficos de control tienen una línea promedio y dos líneas de control por encima y por debajo de la línea promedio, las cuales permiten una interpretación más estadística (Jamadar, 2020).

Los límites de control superior e inferior, que se configuran según el tipo de gráfico de control. Por lo general, estas son 3 desviaciones estándar de la media. Un gráfico de control consta de: Puntos que representan una estadística, por ejemplo, una media, rango, proporción de mediciones de una característica de calidad en muestras tomadas del

proceso en diferentes momentos o datos. Se calcula la media de esta estadística utilizando todas las muestras, se dibuja una línea central en el valor de la media de la estadística y la desviación estándar (raíz cuadrada la varianza de la media) de la estadística también se calcula utilizando todas las muestras (Jamadar, 2020).

Con su énfasis en la detección temprana y la prevención de problemas, el control estadístico de proceso tiene una clara ventaja sobre otros de métodos calidad, como la inspección, que aplican recursos para detectar y corregir los problemas después de que hayan ocurrido (Aslam, Saghir, & Ahmad, 2021).

2.19. Límites de control:

El Límite de Especificación Inferior y el Límite de Especificación Superior (USL), no son las especificaciones, tolerancias o deseos del proceso, son la variación del estadístico de datos calculados para cada carta (Jamadar, 2020).

2.20. Cartas de control para variables X-R y X-S

Este tipo de gráficas utiliza datos continuos, sin presentar categorías naturales pueden tomar un número infinito de valores, son medibles y pueden especificarse en un rango de tolerancia como por ejemplo temperatura, peso, dimensiones, entre otros (Hessing, 2020).

2.21. Gráficos X -R

Los gráficos de barra R son el gráfico de control ampliamente utilizado para datos variables para examinar la estabilidad del proceso en muchas industrias por ejemplo los tiempos de atención de las llamadas de los clientes, la duración de una pieza en un proceso de producción (Hessing, 2020).

La selección del gráfico de control apropiado es muy importante en el mapeo del gráfico de control, de lo contrario, terminará con límites de control inexactos para los datos. El gráfico X bar R se utiliza para monitorear el rendimiento del proceso de datos continuos. También puede usarlos para recopilar datos de subgrupos en períodos de tiempo

establecidos. En realidad, son dos parcelas para monitorear la media del proceso y la variación del proceso a lo largo del tiempo y es un ejemplo de control (Hessing, 2020).

- Gráfico de barras X: el cambio medio o promedio en un proceso a lo largo del tiempo a partir de valores de subgrupos. Los límites de control en la barra X tienen en cuenta la media y el centro de la muestra.
- Gráfico R: el rango del proceso a lo largo del tiempo a partir de los valores de los subgrupos. Esto monitorea la propagación del proceso a lo largo del tiempo.

Estos gráficos combinados ayudan a comprender la estabilidad de los procesos y también detectan la presencia de variaciones por causas especiales (Hessing, 2020).

2.22. Gráficos X -S

Se usan para examinar la media del proceso y la desviación estándar a lo largo del tiempo, cuando los subgrupos tienen muestras de gran tamaño. Por el contrario, los gráficos S proporcionan una mejor comprensión de la dispersión de los datos de los subgrupos que el rango (Hessing, 2020).

- Gráfico de barras X: el cambio medio o promedio en el proceso a lo largo del tiempo a partir de valores de subgrupos. Los límites de control en la barra X tienen en cuenta la media y el centro de la muestra.
- Gráfico S: la desviación estándar del proceso a lo largo del tiempo a partir de los valores de los subgrupos. Esto monitorea la desviación estándar del proceso (como se aproxima por el rango móvil de la muestra) (Hessing, 2020).

Los gráficos X - S también son similares a los gráficos X – R, la diferencia básica es que los gráficos X -S trazan la desviación estándar del subgrupo mientras que los gráficos R trazan el rango del subgrupo (Hessing, 2020).

Tabla 2: Interpretación para índices de capacidad del proceso

Índice	Resultado o interpretación
Capacidad potencial del proceso	<ul style="list-style-type: none"> · $C_p \geq 2$, Categoría Mundial, se tiene calidad seis sigmas.
	<ul style="list-style-type: none"> · $C_p > 1.33$, Clase 2 el proceso es adecuado.
	<ul style="list-style-type: none"> · $1 < C_p < 1.33$, clase 3, parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
	<ul style="list-style-type: none"> · $0.67 < C_p < 1$, Clase 4, no adecuado para el trabajo. Necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
	<ul style="list-style-type: none"> · $C_p < 0.67$, No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.
Índice	Resultado o interpretación
Índice de capacidad real del proceso	<ul style="list-style-type: none"> · $C_{pk} \leq C_p$. Cuando son muy próximos, eso indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.
	<ul style="list-style-type: none"> · $C_{pk} < C_p$ (muy menor), significa que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones.
	<ul style="list-style-type: none"> · $C_{pk} > 1.25$ en un proceso ya existente, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria. Mientras que para procesos nuevos se pide que $C_{pk} > 1.45$.
	<ul style="list-style-type: none"> · $C_{pk} = \text{cero o negativos}$, e indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

Fuente: (Pulido, 2009)

2.23. Cartas de control para atributos

Cuando los artículos o unidades se estudian sobre la base de medidas cualitativas como pasa/no pasa, sí/no, satisfecho/no satisfecho, positivo/negativo; entonces un gráfico de control de atributos es adecuado para monitorear los cambios inusuales (Jamadar, 2020).

Un gráfico de control para atributos, por otro lado, se usa para monitorear características que tienen valores discretos y se pueden contar. A menudo se pueden evaluar con una simple decisión de sí o no. Los ejemplos incluyen color, sabor u olor. El seguimiento de los atributos suele llevar menos tiempo que el de las variables porque es necesario medir una variable. Un atributo requiere una sola decisión, como sí o no, bueno o malo, aceptable o inaceptable, o contando el número de defectos (Aslam et al., (2021).

2.24. Gráfico p

Estos son los gráficos comúnmente conocidos como gráfico p que se usa para monitorear la proporción de artículos no conformes en una muestra o la proporción de artículos defectuosos en una muestra (Pulido, 2009).

2.25. Gráfico Np

Se usa para monitorear el número de artículos no conformes en una muestra de tamaño n . Los límites de control de estas gráficas de control son similares, particularmente cuando el tamaño de la muestra es fijo. Los límites de los gráficos p-chart se pueden construir utilizando la distribución de probabilidad binomial con el parámetro p (Pulido, 2009).

2.26. Histograma

Los números en una base de datos corresponden a los valores que son registrados para cada variable con relación a cada individuo presente en la muestra. En el contexto de una variable cuantitativa, es común que estos valores difieran entre sí. Sin embargo, es frecuente que estos valores sean organizados en intervalos, lo que da forma a la distribución de la variable. Esta distribución refleja el patrón de cómo los valores de la variable se presentan en el conjunto de datos. Varios métodos pueden emplearse para visualizar estos patrones, y entre ellos, el histograma es la representación gráfica más

comúnmente utilizada. La altura de cada barra en el histograma está relacionada con la frecuencia absoluta de observaciones, es decir, el número de veces que ocurren o el porcentaje de ocurrencia correspondiente al valor o intervalo de la variable en cuestión (Fuentes & Yohannessen, 2019).

2.27. Distribución normal estándar

La distribución estándar tiene forma de campana, el área bajo esta campana es de 1, y está dividida en 0,5 a la izquierda y 0,5 a la derecha de la media, los parámetros que determinan la forma de la campana son la media y la desviación estándar y para conocer el valor se aplica la Ecuación 7, con el valor Z se halla el área bajo la curva del Anexo 1: Áreas bajo la curva normal que corresponde al porcentaje de la probabilidad buscada. (Pulido, 2009).

$$z = \frac{x - \mu}{\delta}$$

Ecuación 7

Donde:

Z: Distribución normal

X: Número de la variable específica

μ : Promedio de valores

δ : Desviación estándar

2.28. Diagrama de Pareto

El principio de Pareto, también conocido como el principio del 80-20, enfatiza la relevancia de un pequeño número de problemas con una gran magnitud en comparación con una multitud de problemas menos significativos. Básicamente, este principio sostiene que aproximadamente el 20% de los problemas causan el 80% de las consecuencias (Soler et al., (2020). Para visualizar y comprender este principio, se utiliza un diagrama simple, conocido como diagrama de Pareto, que se construye siguiendo algunos pasos elementales (Soler et al., (2020):

- Identificar los problemas: Se determinan los problemas que requieren análisis y resolución.

- Recopilar datos: Se reúnen los datos relacionados con las causas de estos problemas, así como sus consecuencias y nivel de importancia.
- Ordenar los datos: Los datos recopilados se organizan de mayor a menor importancia.

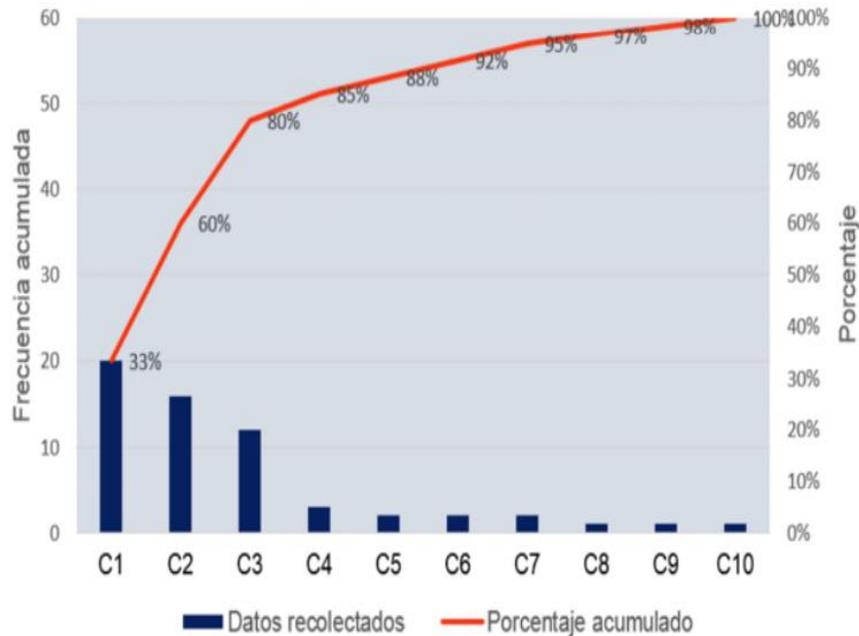


Figura 2: Ejemplo de un Diagrama de Pareto

Fuente: Pedrero et al. (2022)

La visualización de la Figura 3 muestra que en el Eje X se encuentran las causas identificadas (C1 - C10). En el Eje Y izquierdo se representa el total de datos recolectados, es decir, la frecuencia acumulada, mientras que el Eje Y derecho muestra el porcentaje. La línea roja en el gráfico representa el porcentaje acumulado. En conjunto, estos elementos indican que las tres primeras causas (barras) suman el 80 por ciento del total, lo que significa que representan el 80 por ciento de los problemas (Pedrero et al., (2022).

La utilidad del diagrama de Pareto radica en la simplificación de esfuerzos, al permitir la identificación del conjunto mínimo que causa el mayor impacto en los asuntos

empresariales. Este enfoque se basa en analizar un conjunto de datos específico. De manera general, el principio de Pareto se puede aplicar para explicar que en muchos contextos existe una relación proporcional entre dos componentes en un fenómeno, como ventas, producción, áreas geográficas, tendencias de consumo, entre otros. Además, el principio establece una jerarquía de prioridades que facilita la toma de decisiones significativas dentro de una empresa para abordar problemas específicos (Pedrero et al., (2022).

2.29. Diagrama causa-efecto

La construcción del Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, parte de cinco variables fundamentales conocidas como las "5 M's" (Burgasí et al., (2021):

- Materias primas
- Maquinaria
- Métodos de trabajo
- Mano de obra
- Medio ambiente

Estas cinco categorías son esenciales para identificar las fuentes potenciales de variabilidad o problemas en un proceso o producto. El diagrama de Ishikawa se utiliza para visualizar de manera estructurada las posibles causas que podrían contribuir a un problema o efecto específico, permitiendo un análisis detallado de los factores involucrados en un contexto de mejora continua y control de calidad.

2.30. Metodología 5W2H

Esta herramienta fue creada por LASSWELL EN 1970, con esta herramienta las organizaciones planifican acciones estratégicas para implementar mejora, se elabora en una hoja de cálculo que responde a 7 preguntas que son (Burgasí, Cobo, Pérez, & Pilacuan, 2021):

- ¿Qué?: lo que sucedió
- ¿Por qué?: razón del que
- ¿Quién?: a quien le ocurre
- ¿Dónde? Lugar de ocurrencia
- ¿Cuándo?: fechas establecidas
- ¿Cómo?: La manera de efectuación
- ¿Cuánto?: costo necesario.

2.31. Muestreo por MIL STD 105E

Tradicionalmente, la inspección del 100% ha sido empleada para garantizar que los productos cumplan con los estándares de calidad. No obstante, esta práctica resulta lenta, costosa e inapropiada para pruebas destructivas. En 1929, Dodge y Roming propusieron planes de muestreo de aceptación para abordar estas limitaciones. Estos planes determinan si un lote de bienes inspeccionados es aceptado o rechazado a través de una muestra de este. La evaluación de la calidad de los elementos muestreados se basa en los riesgos que el productor y el consumidor pueden asumir. En contraste con la inspección del 100%, los planes de muestreo de aceptación optimizan el tiempo y los costos, convirtiéndolos en un método crucial para que compradores y vendedores midan la calidad de un lote. Estos planes también facilitan acuerdos entre productores y consumidores sobre los estándares de calidad y brindan una base para resolver disputas, convirtiéndolos en un componente esencial del proceso de control de calidad (Wang & Chang, 2023).

Los planes de muestreo de aceptación varían según el método de muestreo, pudiendo ser simples, dobles, múltiples y otros tipos únicos. En aplicaciones prácticas, el plan MIL-STD-105E es ampliamente utilizado para la inspección de calidad. Los niveles de calidad aceptable (AQL) para cada etapa se determinan generalmente según la experiencia de la industria y los estándares del cliente. Sin embargo, estos planes deben adaptarse de manera efectiva para reflejar la condición real de calidad de los productos (Wang & Chang, 2023).

El MIL-STD-105E, es una norma de referencia para llevar a cabo muestreos de atributos basados en los estándares de militarización de Estados Unidos. Su objetivo es garantizar

que los consumidores adquieran productos de la más alta calidad. Esta norma se utiliza para establecer pautas en la inspección de lotes de productos y para asegurarse de que los proveedores no puedan afirmar que están vendiendo productos de baja calidad o con defectos (Harta et al., (2021).

2.32. Muestreo de aceptación por variables military standard 414

En este tipo de plan se toma una muestra del lote de producción y en cada elemento o producto se mide la calidad como por ejemplo peso, espesor, largo, entre otros, con el objetivo de calificar a una unidad como conforme o defectuosa, con esto se determina un índice estadístico se aceptará o rechazara el lote, una de las ventajas en relación con el muestreo por atributos es la cantidad de muestras a analizar esto se debe a que las muestras con en menor cantidad comparado con un muestreo por variables.

2.33. Análisis de criticidad en procesos productivos

El análisis de criticidad es un proceso metodológico utilizado en la gestión de activos y sistemas para evaluar y clasificar la importancia relativa de diferentes componentes, equipos o sistemas en función de su impacto potencial en la operación, seguridad, fiabilidad y desempeño general de una organización. El objetivo principal del análisis de criticidad es identificar y priorizar los activos o componentes más críticos o vitales para el funcionamiento exitoso de una empresa o sistema. Esto permite asignar recursos y esfuerzos de manera efectiva, enfocándose en la mitigación de riesgos y en la optimización de la gestión de activos (Wilmer & Francis, 2021).

2.34. Cálculo del VAN Y TIR

El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son dos métodos utilizados en finanzas para evaluar la viabilidad de un proyecto de inversión. Ambos se utilizan para tomar decisiones sobre si un proyecto es rentable o no en función de los flujos de efectivo esperados, a continuación, se describen cada uno: (Yan & Zhang, 2022):

- El Valor Actual Neto (VAN) es una técnica de evaluación de inversiones que calcula el valor presente de los flujos de efectivo futuros generados por un

proyecto, descontados a una tasa de descuento determinada. Si el VAN resultante es positivo, significa que el proyecto genera más valor del que se invirtió, lo que generalmente indica que es un proyecto rentable. Por otro lado, si el VAN es negativo, el proyecto podría no ser una inversión favorable.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t}$$

Ecuación 8

Donde:

Ft: es el flujo de efectivo neto esperado en el período

R: es la tasa de descuento o tasa de costo de capital,

n: es el número total de períodos.

- La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento a la cual el VAN de un proyecto se vuelve cero, es decir, es la tasa que iguala los flujos de efectivo presentes con la inversión inicial e indica la tasa de rendimiento que se espera obtener del proyecto. Si la TIR es mayor que la tasa de descuento o el costo de capital, el proyecto puede ser considerado rentable. Si la TIR es menor que la tasa de descuento, el proyecto podría no ser una inversión favorable. (Yan & Zhang, 2022)

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t}$$

Ecuación 9

2.35. Tiempo de recuperación de la inversión

El Período de Recuperación de la Inversión (PRI) es un indicador que señala el lapso necesario para recuperar la inversión inicial realizada en un proyecto. Este cálculo se basa en las proyecciones de flujos de efectivo, y el momento óptimo de recuperación se alcanza cuando los flujos acumulados son iguales o superiores a la inversión inicial. Para calcular el PRI, se requiere sumar los flujos de efectivo hasta que equilibren la inversión y, de esta manera, determinar el período de tiempo necesario para lograrlo (Véliz et al., (2019).

Calculado con la formula:

$$TRI = a + \frac{b - c}{d}$$

Ecuación 10

a, es el año anterior a la recuperación,

b es la inversión inicial

c, flujo neto acumulado del año anterior a la recuperación total

d, flujo neto de efectivo del año siguiente

2.36. Cálculo costo beneficio del proyecto

Este método se basa en la comparación de costos y beneficios para la organización en la realización del proyecto. Los modelos de evaluación representan una técnica sencilla, basada en criterios como el beneficio esperado, la cuota de mercado, la facilidad de los productos o servicios. Este índice se calcula mediante la suma del valor presente de los flujos netos divididos para la inversión inicial.

Los métodos más frecuentemente utilizados para el análisis de flujos de efectivo son el período de retorno de los fondos invertidos, el flujo de efectivo descontado, el valor presente neto y la tasa interna de retorno (Anicic & Anicic, 2019).

Es una herramienta fundamental en la toma de decisiones empresariales, ya que permite comparar los costos asociados a un proyecto con los beneficios que se esperan obtener. Esto ayuda a las organizaciones a evaluar la viabilidad financiera de proyectos y tomar decisiones informadas sobre su implementación. Los modelos de evaluación mencionados, como el retorno sobre la inversión, el valor presente neto y la tasa interna de retorno, son métodos ampliamente utilizados para cuantificar y comparar los flujos de efectivo a lo largo del tiempo, considerando factores como el valor temporal del dinero y los costos de oportunidad,

Si la relación entre el costo beneficio es mayor que 1 se considera viable, si es =1 indiferente y si me da < 1 es un proyecto no viable financieramente. (Anicic & Anicic, 2019).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

Ubicación Geográfica de Aglomerados Cotopaxi

Ciudad: Latacunga 47

Altitud: 2750 m.s.n.m

Longitud: 78° 37' 00" W

Latitud: 56° 56' 00" S

T° media: 12 °C

Fundada en 1978, Aglomerados Cotopaxi es actualmente líder en plantaciones forestales y produce y vende tablas de madera. La compañía posee hectáreas de bosque, de las cuales 30% están dedicadas a la conservación.

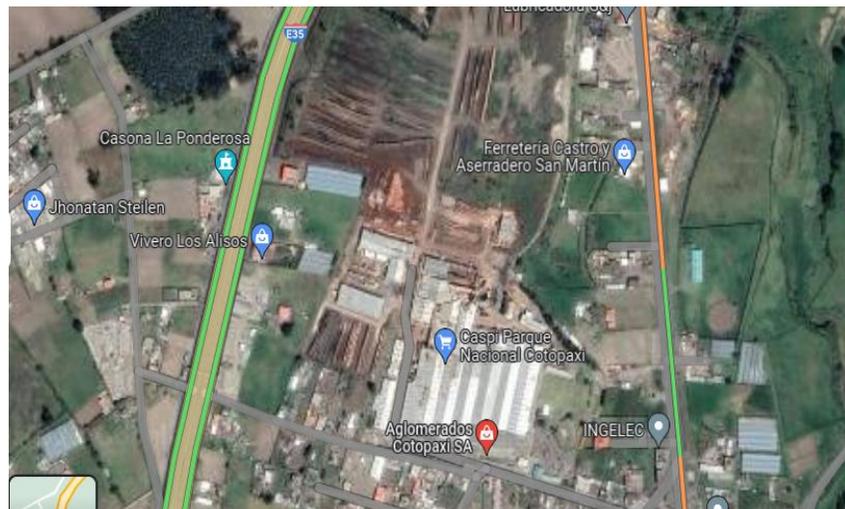


Figura 3: Ubicación planta Aglomerados Cotopaxi

3.2. Equipos y materiales

El presente estudio se desarrolla con los siguientes equipos y materiales que nos ayudaran en la recolección, desarrollo y procesamiento de la información del proceso productivo de tableros recubiertos con papel melánico.

- Computador
- Impresora
- Calibrador de espesores
- Minitab
- Fichas de recolección de datos
- Bizagi

3.3. Tipo de investigación

La investigación tuvo un **enforque cuantitativo** debido a que se trabajó con información de tableros tipo B y la cantidad de reclamaciones de clientes obtenidos de bases de datos históricos. Se realizó un análisis estadístico con los datos numéricos tanto de espesores de tableros muestreados, así como también del número de unidades de producto terminado con defectos visuales identificados durante la producción en línea.

El estudio ejecutado en este proyecto corresponde a una **investigación descriptiva** debido a que se identificó y describió el proceso productivo, señala también los productos que ofrece la organización, descrito en la situación actual de la empresa enfocado en la línea de recubrimiento y la prensa Wemhoner.

La **modalidad** de investigación fue de **tipo documental** debido a que la información se obtuvo de revistas, artículos científicos, investigaciones pasadas, entre otros, sobre investigaciones realizadas en este campo de la industria maderera.

La **modalidad de investigación** también fue **de campo** por que se recogió datos del número de tableros con defectos visuales a través de la observación directa y se realizó toma de medidas a los espesores del tablero recubierto durante el proceso productivo en la planta industrial.

3.4. Población o muestra:

Aglomerados Cotopaxi lleva a cabo muestreos por lote de producción a tableros crudos en las líneas de aglomerado y MDF empleando el plan de muestreo MILSTD 414:

muestreo para variables. Evidencia de manejo de la norma Anexo 2: Norma DIN EN14322 y MILITARY ESTÁNDAR 414

Muestreo para control estadístico por variables: la población que interviene en este análisis es la totalidad de tableros correspondientes a los lotes de dos meses de producción enero y febrero; de acuerdo con la norma DIN 14322 es requisito la tolerancia admitida en el espesor en tableros recubiertos para uso interior,

Diseño de un plan de muestreo MIL STD 414:

1. Determinar el tamaño del lote:

Enero 54080

Febrero= 49062

2. Especificar el NCA (o AQL).

Aglomerados Cotopaxi determina NCA= 1,5%

3. Escoger el nivel de inspección usualmente el nivel II. Usado cuando pocos productos son rechazados.

4. En la Tabla 3: Letras códigos para el tamaño de muestra para MIL STD 414 (muestreo para variables), de acuerdo con el tamaño de lote y el nivel de inspección, encontrar la letra código del tamaño de la muestra.

Código= K

5. En la Tabla 4: Tabla para inspección normal y severa (variabilidad desconocida, método de la desviación estándar) método M, de acuerdo con la letra código y el NCA, buscar el plan simple para inspección normal determinando:

Tamaño de muestra $n=35$

Valor M que es el porcentaje máximo de defectuosos tolerado en el lote= 3,70.

Tabla 3: Letras códigos para el tamaño de muestra para MIL STD 414 (muestreo para variables)

NIVELES DE INSPECCIÓN					
TAMAÑO DEL LOTE	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1 300	E	G	I	K	L
1 301 a 3 200	F	H	J	L	M
3 201 a 8 000	G	I	L	M	N
8 001 a 22 000	H	J	M	N	O
22 001 a 110 000	I	K	N	O	P
110 001 a 550 000	I	K	O	P	Q
550 001 y más	I	K	P	Q	Q

Fuente: (Pulido, 2009)

Tabla 4: Tabla para inspección normal y severa (variabilidad desconocida, método de la desviación estándar) método M

LETRA CÓDIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE: NCA O AQL (INSPECCIÓN NORMAL)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3										7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4								1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5							1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7					0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10				0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.099	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.135	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.156	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.179	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.170	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.179	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.163	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	23.58
N	75	1.147	0.147	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	22.91
O	100	0.145	0.145	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	22.86
P	150	0.134	0.134	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.135	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		0.65	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
Niveles de calidad aceptable: NCA o AQL (inspección severa)															

Fuente: (Pulido, 2009)

3.6 Recolección de información:

La información para identificar la problemática del proceso fue recopilada del sistema ERP y bases Excel elaboradas en el proceso productivo del año 2022 y registros del proceso de recubrimiento del mes de enero y febrero del 2023, para el análisis por variables se determinó una muestra de $n=35$; y para el análisis por atributos los datos fueron recolectados de la base Excel elaborada por el departamento de producción del año 2022, para el cálculo de control estadístico por atributos los datos analizados fueron el total de la población la información fue registrada en la base de datos Excel de tableros tipo B correspondientes al mes enero y febrero del año 2023. La información para el análisis de variables fue registrada en el formato control de calidad de la prensa de recubrimiento Wemhoner.

Para el análisis estadístico de variables se empleó la técnica de calidad “medición de variable continua” en este caso la medida del espesor de tablero. Para garantizar la confiabilidad de los datos se toman los siguientes controles.

- Verificación de equipos de medición de espesores: los calibradores o micrómetros fueron calibrados y verificados por el departamento de metrología, actividad evidenciada en la hoja de vida del instrumento anexo3: hoja de vida instrumentos de medida y Anexo 4: Calibración de instrumentos.
- Patrones de calibración: Aglomerados Cotopaxi y el departamento de metrología mantienen patrones que son utilizados para verificar las mediciones de calibradores o medidores de espesor, evidenciado en el Anexo 5: Hoja de vida y calibración de patrón
- Capacitación y adiestramiento del personal: La medición de espesores de cada tablero que formó parte de la muestra fue obtenida de acuerdo con el diagrama de flujo mostrado en la Figura 4: Diagrama de flujo para muestreo y toma de medidas de espesores de tableros recubiertos, y la inspección visual que detecta defectos en los tableros de acuerdo con la Figura 5: Diagrama de flujo inspección visual de tableros recubiertos. La confiabilidad de los datos está basada en el conocimiento

y experticia del personal que toma las mediciones. Debido a este control se evidenció los registros de capacitación y adiestramiento que certifican al personal de línea como aptos para realizar muestreos de producto terminado e inspección visual y clasificación de tableros por defectos Anexo 7: Capacitación metrología y control de calidad. Y el anexo que contiene el temario de capacitaciones semestrales determinado en el PR030 correspondiente a metrología y control de calidad. Anexo 8: Plan de capacitación para metrología y control de calidad para personal del área producción

3.6.1. Muestreo para variables

El proceso de recubrimiento es continuo durante 24 horas, la característica a evaluar es de tipo variable y es por lo que el muestreo se realizó de forma aleatoria en los tres turnos de producción, la actividad medición de espesores se llevó cabo por el personal de la línea de recubrimiento, con el acompañamiento de un inspector de calidad o el supervisor de producción de turno. El operario midió 10 datos de espesor por cada muestra, distribuidas a lo largo y ancho del tablero, se registró los datos y comparó con los datos establecidos según la norma DIN EN14322. La medición se realizó de forma aleatoria durante toda la producción de todo el lote de tableros, esta actividad está establecida en el Anexo 12 Propuesta de instructivo para producción. Las actividades que se realizaron para el muestreo y medición de espesores están esquematizadas en el diagrama de flujo mostrado en la siguiente figura:

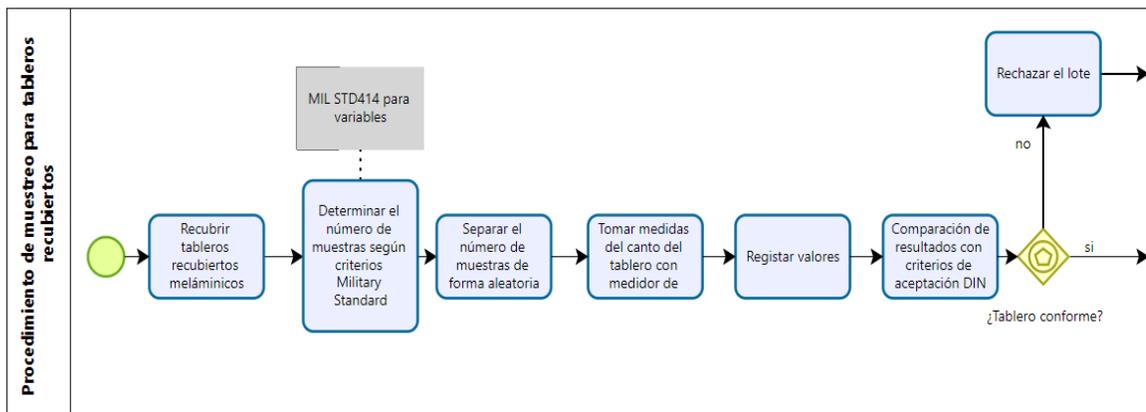


Figura 4: Diagrama de flujo para muestreo y toma de medidas de espesores de tableros recubiertos

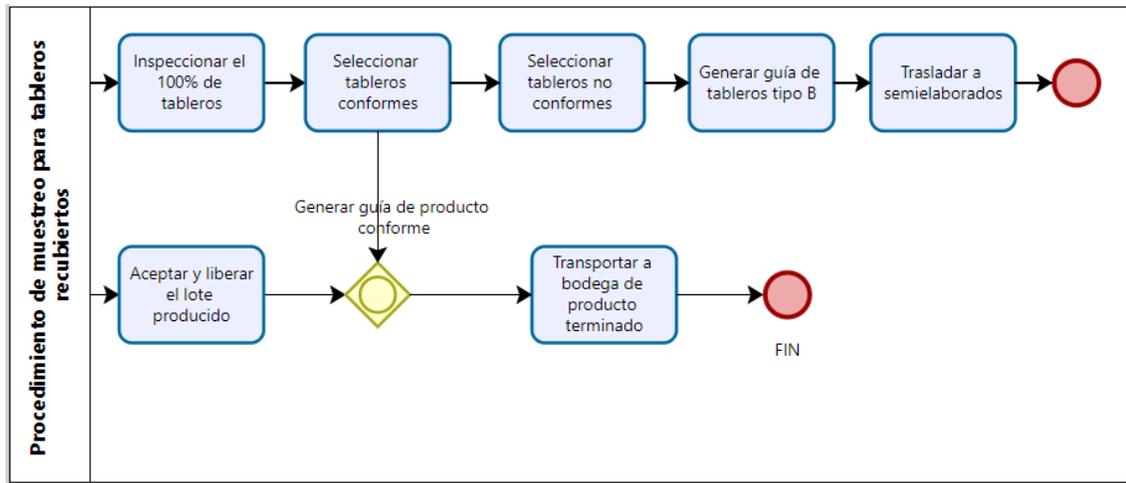


Figura 4: Diagrama de flujo para muestreo y toma de medidas de espesores de tableros recubiertos (continuación)

Si no se cumple con el criterio de aceptación, se deberá inspeccionar el 100% de la población o todas las unidades del lote, seleccionar las unidades que cumplan con parámetros de la norma y liberar con guías de producto tipo “A”.

3.6.2. Muestreo para atributos

La población que intervino en este estudio fueron todos los tableros producidos en la prensa Wemhoner en el mes de enero y febrero del año en curso. Se registró la información de todos los tableros inspeccionados en la base de datos de producción: registro digital en Excel. En esta revisión intervinieron todos los tableros producidos, el ayudante de producción capacitado, entrenado y evaluado como apto (calificación 7puntos) de acuerdo a la evaluación del curso de metrología y control de calidad que imparte la compañía cada 6 meses, el encargado por turno se ubicó en el pulpito de la máquina y a una distancia de 2 metros observó de forma directa las dos caras del tablero, esta actividad es rutinaria y está establecida en el Anexo 12 Propuesta de instructivo para producción, además el ayudante de producción determinara si el tablero tiene defecto: si el defecto es aceptable o genera un tablero de tipo B, de acuerdo al Anexo 9: Inspección visual para defectos de tableros recubiertos. Las actividades para llevar a cabo la inspección visual de tableros están esquematizadas en el diagrama de flujo mostrado en la siguiente figura:

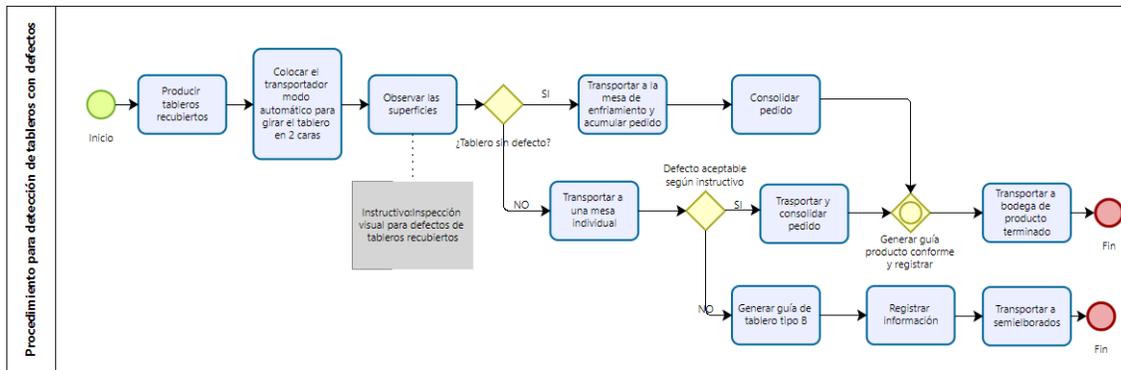


Figura 5: Diagrama de flujo inspección visual de tableros recubiertos

Tabla 5: Herramientas para recolección de la información.

Objetivos de la investigación	Actividades de la investigación	Instrumento o herramientas
Realizar el levantamiento de la situación actual del proceso de recubrimiento meláminico de tableros.	Recolectar y unificar información de ERP y bases de datos	*Registros de producción Excel *Pedidos generados por reclamaciones: Excel
Analizar las variables del producto mediante el control estadístico de proceso.	Elaborar e interpretar gráficas de control Diagrama de Pareto	*Registros de producción *Pedidos generados por reclamaciones: ERP
Desarrollar propuestas para mejorar el proceso de recubrimiento meláminico de tableros.	Calificar los criterios de evaluación	Matriz de Criticidad en excel

Objetivos de la investigación	Actividades de la investigación	Instrumento o herramientas
Analizar el costo beneficio de la propuesta elaborada.	Costear las actividades planteadas y costos de tableros tipo B y reclamaciones.	*Matriz de Criticidad en excel *Registros de producción *Pedidos generados por reclamaciones

3.7. Procesamiento de la información

La información recolectada de digita en la base de datos Excel de tableros tipo B, y en el registro control de calidad (espesores de tablero) esta información fue analizada y procesada en Excel.

Una vez tabulada la información en Excel se elaboró las gráficas de control por variables en Minitab, e interpreto los valores para determinar si el proceso está bajo control estadístico de acuerdo con criterios referenciados en la investigación bibliográfica.

En el análisis de atributos se emplea la metodología de histogramas que muestran la cantidad de tableros generado como tipo B por defecto con la herramienta Minitab. De este análisis aplicando la metodología de Ishikawa en Minitab se determinó las causas que originan dichos defectos.

Empleando la metodología de matriz de criticidad en Excel se pondero y califico varios aspectos las actividades que son necesarias para mejorar el proceso, y con la herramienta 5W2H se presenta las propuestas para mejorar el proceso y disminuir la cantidad de tableros tipo B.

Se elaboró en Bizagi dos diagramas de flujo con actividades necesarias para el muestreo y medición de espesores, así como para la inspección visual de tableros recubiertos. Como

parte de la propuesta se elaboró en Bizagi, el diagrama de flujo ideal para mejorar y estandarizar las actividades del proceso productivo.

Empleando Excel se determinó el costo beneficio, cálculo de VAN, TIR, tiempo de recuperación y se determinó al proyecto como viable.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Descripción de la empresa Aglomerados Cotopaxi

Aglomerados Cotopaxi une a la naturaleza y la industria desde el año 1978 enfocada en la elaboración de tableros de madera con reforestación, liderando Juan Manuel Durini, para esto se construyó una planta industrial ubicada en la provincia de Cotopaxi. En el año 1978 se instala la primera línea de recubrimiento de tableros con esto se expandió una amplia gama de colores, posterior se adquirieron bosques de pino y 50 hectáreas de plantaciones en Cotopaxi. En 1996 inauguran la segunda prensa de producción de tablero recubierto con chapa de madera y en el mismo año se construye una planta de MDF.

La compañía actualmente mantiene 17 655 hectáreas forestales de estas 11993 son plantaciones comerciales es ahí donde se planta árboles de especies pinus radiata y pinus pátula además de eucalipto y se cosecha después de 15 a 20 años, con un costo de inversión mayor a 70 millones.

La planta industrial produce 40000m³ de tableros aglomerados y 78000m³ de tableros MDF al año, la línea de recubrimiento produce 74000m³ de tableros con recubrimiento meláminico. La distribución de sus productos a escala nacional se realiza con 31 puestos de distribución, y exporta a Perú, Panamá, Bolivia, Colombia, El Salvador, además cuenta con certificados ISO9001, ISO 14001, OSHAS 18001, BASC Y FSC.

4.1.1. Visión, Misión y valores

- **Visión:**

“Ser líderes en la industria maderera regional, la mejor opción para nuestros clientes, y sinónimo de excelencia empresarial.”

- **Misión:**

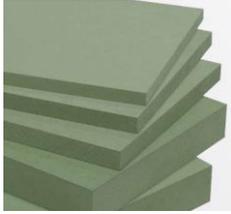
“Somos una industria forestal líder en el establecimiento de plantaciones, producción y comercialización de tableros de madera; comprometida con el desarrollo sustentable.”

- **Valores:**
 - ✓ Integridad
 - ✓ Respeto a los demás
 - ✓ Enfoque al Cliente
 - ✓ Innovación y Mejora Continua
 - ✓ Respeto al Medio Ambiente Responsabilidad Social.

4.1.2. Cartera de productos

Aglomerados Cotopaxi S.A, fabrica tableros con fibras y partículas a base de madera, en diferentes sustratos y formatos, los principales son:

Tabla 6: Productos fabricados por Aglomerados Cotopaxi

Producto	Descripción	Gráfico
Fibraplac Crudo	Es nuestra base en tableros de MDF (por sus siglas en inglés Medium Density Fiberboard), se caracteriza por su composición lisa y homogénea, así como su tonalidad uniforme que le permite recibir todo tipo de acabado.	
Fibraplac RH	Nuestro MDF resistente a la humedad Fibraplac RH, obtiene esta característica gracias al empleo de resinas MUF (Melamina Urea Formaldehido), resistente a la humedad lo que permite conservar de mejor manera sus propiedades en el tiempo	

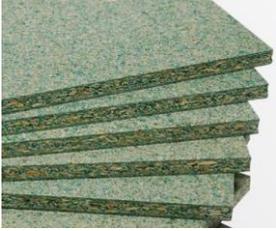
Producto	Descripción	Gráfico
Duraplac crudo	<p>Tablero de partículas gruesas están concentradas en el centro del tablero y las más finas en los extremos. Se elaboran mediante una selecta composición de maderas que le brindan la densidad óptima requerida por las normas internacionales DIN EN 312</p>	
Duraplac RH	<p>Nuestros tableros de aglomerado resistentes a la humedad Duraplac RH, obtienen esta característica gracias al empleo de resinas MUF (Melamina Urea Formaldehído).</p>	
Tableros Duraplac recubiertos con melamina	<p>Tableros de aglomerado recubiertos con papel meláminico sobre nuestros sustratos Duraplac crudo y Duraplac RH. Duraplac Melamina está disponible en varios espesores y formatos.</p>	
Tableros Fibraplac recubiertos con melamina	<p>Tableros MDF recubiertos con papel meláminico sobre nuestros sustratos Fibraplac crudo, Fibraplac RH. Fibraplac Melamina está disponible en varios espesores y formatos, dependiendo del tipo de tablero</p>	

Tabla 7: Formatos de productos

Tipo	Formato	Espesor
Fibraplac Crudo	1830X2440XE	5,5; 9;12;15;18;25;30;36
	1830X2150XE	36
Fibraplac RH	1830X2440XE	5,5; 9;12;15;18;25;30;36
	1830X2150XE	36
Duraplac crudo	2150X2440XE	6,9,12,15,18,19,25,30,36
Duraplac RH	2150X2440XE	6,9,12,15,18,19,25,30,36
Tableros Duraplac recubiertos con melamina	2150X2440XE	6,9,12,15,18,19,25,30,36
Tableros Fibraplac recubiertos con melamina	1830X2440XE	5,5; 9;12;15;18;25;30;36
	1830X2150XE	36

4.1.3. Aplicación de tableros recubiertos en interiores



Figura 6: Aplicaciones con tableros de melamina colores maderados



Figura 7: Aplicaciones con tableros de melamina colores Gris



Figura 8: Aplicaciones con tableros de melamina colores Claros

4.1.4. Planta de producción:

Se encuentra ubicada en Cotopaxi Panamericana norte km21 sector Lasso, maneja recursos forestales, produce tableros y piezas de madera entre estas:

- Tableros con partículas de aglomerado
- Tableros MDF
- Piezas de madera aserrada
- Tableros con recubrimiento meláminico en tableros AGL Y MDF
- Molduras de MDF.

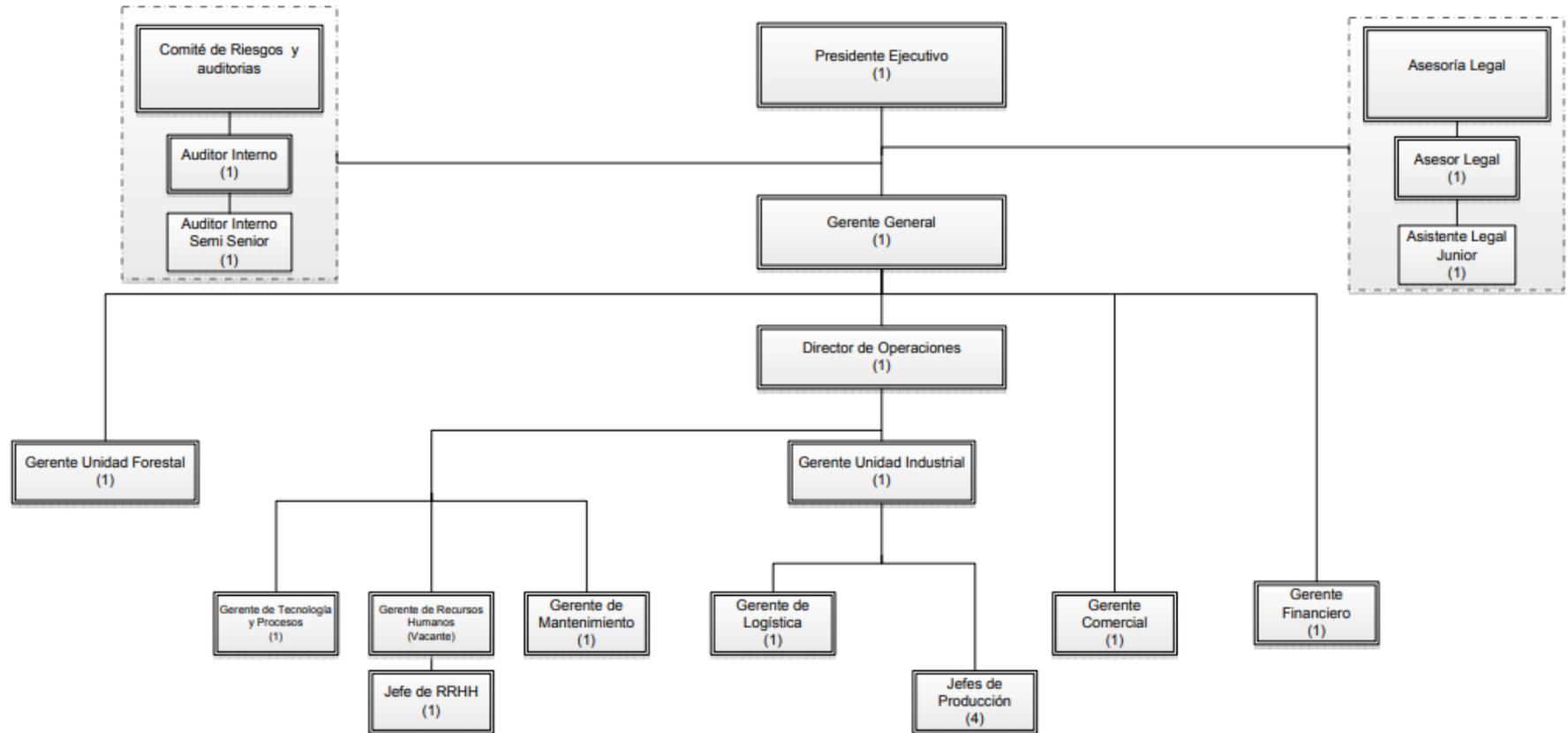


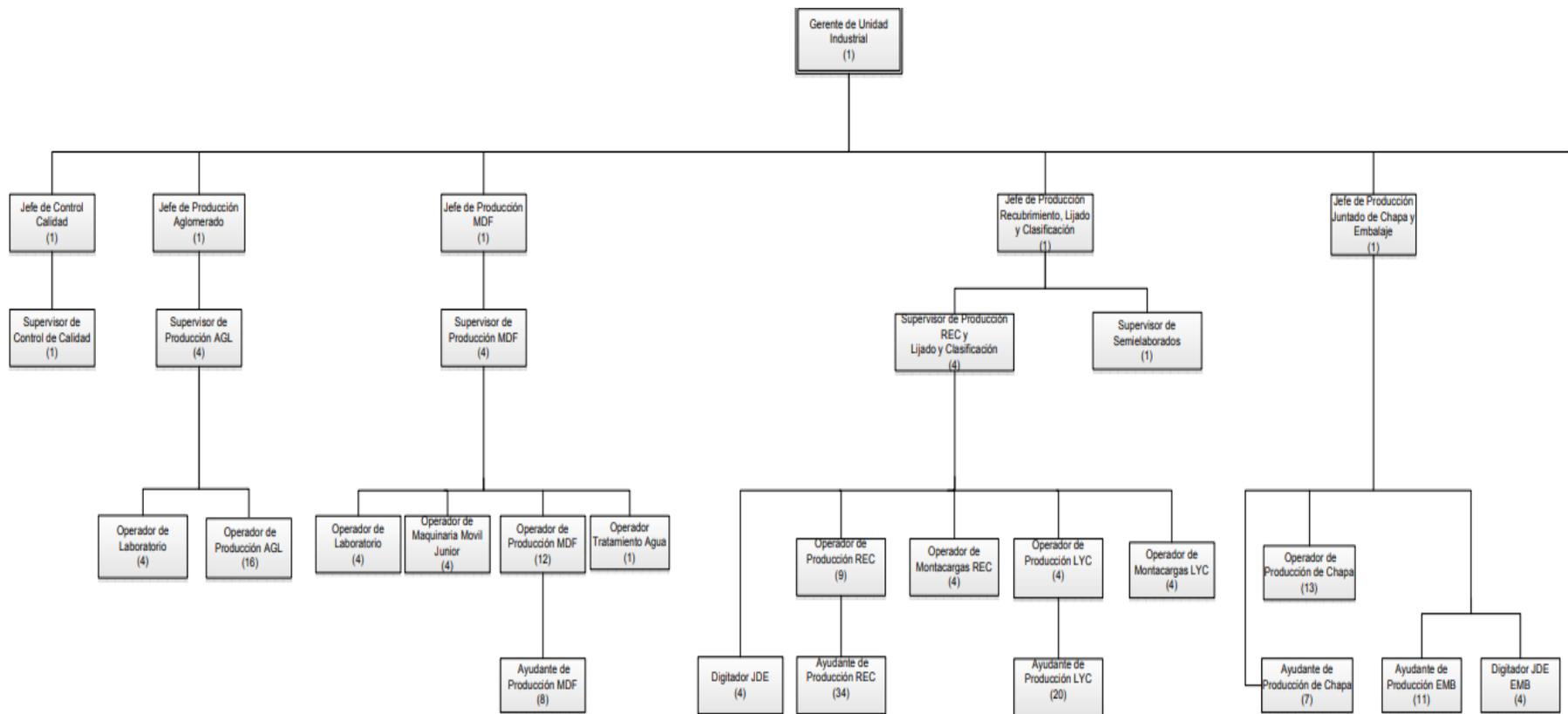
Figura 9: Planta de producción



Figura 10: Plantaciones forestales.

4.1.5. Organigrama industrial





4.1.6. Política del sistema de gestión integral

El aseguramiento y mejora de la calidad de nuestros procesos y productos, el cuidado de las personas y el medio ambiente, la seguridad física y un manejo forestal responsable son esenciales para el desarrollo sostenible de Aglomerados Cotopaxi y, por tanto, un referente en todas las actuaciones de la empresa.

En consonancia con lo dicho anteriormente y para poner de manifiesto el compromiso de la empresa con los Sistemas de Gestión y el cumplimiento legal vigente, publicamos nuestros principios de actuación en relación con la Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo, Control y Seguridad, y Manejo Forestal responsable, para lo cual se mantienen los enfoques de:

- Calidad, con base en la Gestión por Procesos.
- Ambiente, a través del cumplimiento de normas de prevención de impactos negativos y la implementación de buenas prácticas de cuidado ambiental.
- Seguridad y Salud en el Trabajo, a través de la prevención de lesiones y deterioro de la salud de los trabajadores, durante sus actividades laborales, y proporcionando lugares de trabajo seguros y saludables.
- Manejo Forestal responsable, a través del cumplimiento de las Políticas y los Principios del Consejo de Manejo Forestal FSC.

4.1.7. Gestión por procesos: modelamiento del proceso de recubrimiento de tableros

Aglomerados Cotopaxi mantiene un sistema de gestión, los procedimientos han sido modificados y no han tenido una actualización desde el año 2017, la organización mantiene diagramas de flujo en el proceso productivo, los departamentos de control de calidad y recubrimiento han generado un instructivo para la inspección de tableros defectuosos aplicado a toda la población sin un método de muestreo adecuado, además no se ha establecido ninguna forma estandarizada para medición de espesores.

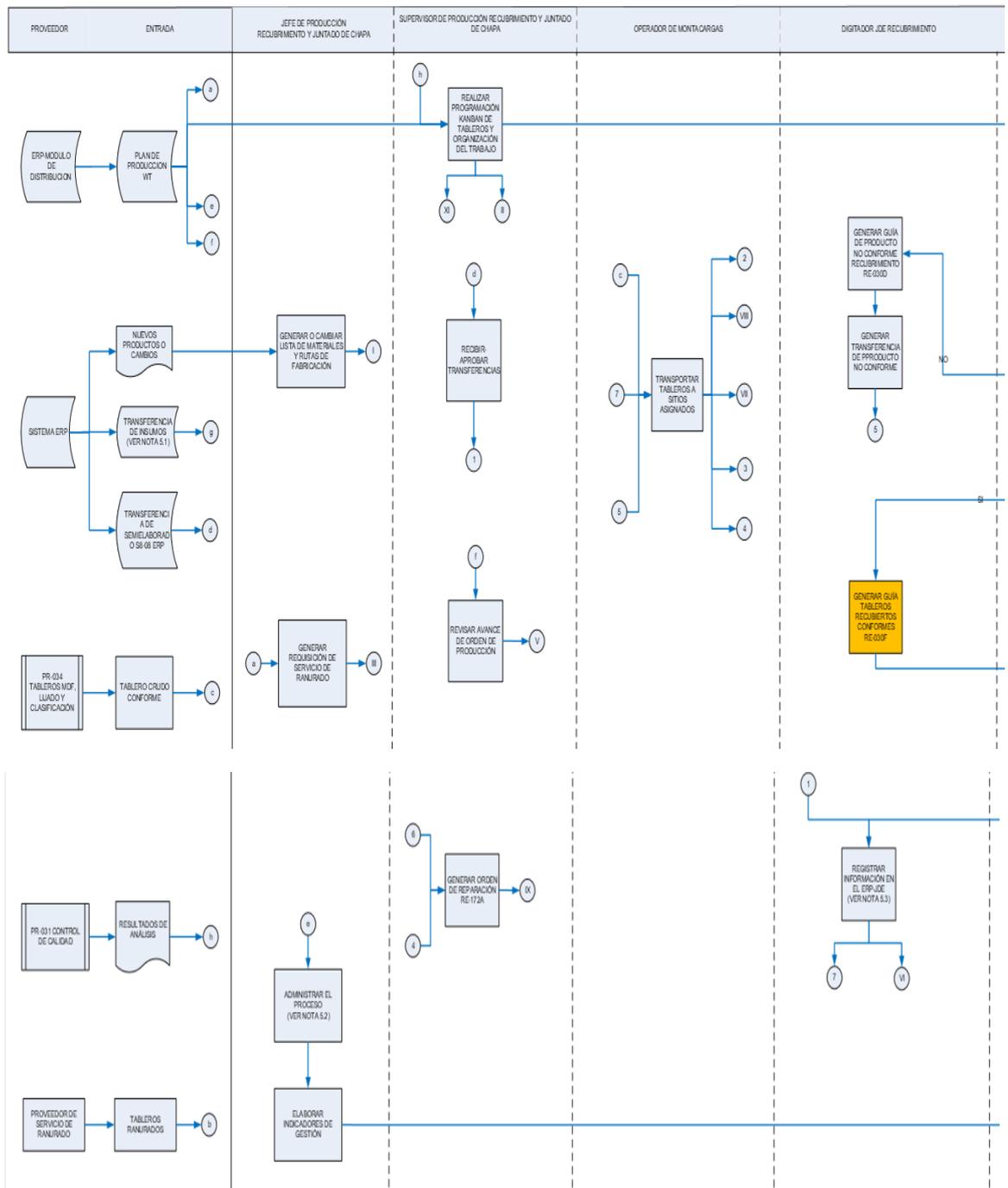


Figura 11: Diagrama de flujo actual del proceso de recubrimiento de tableros

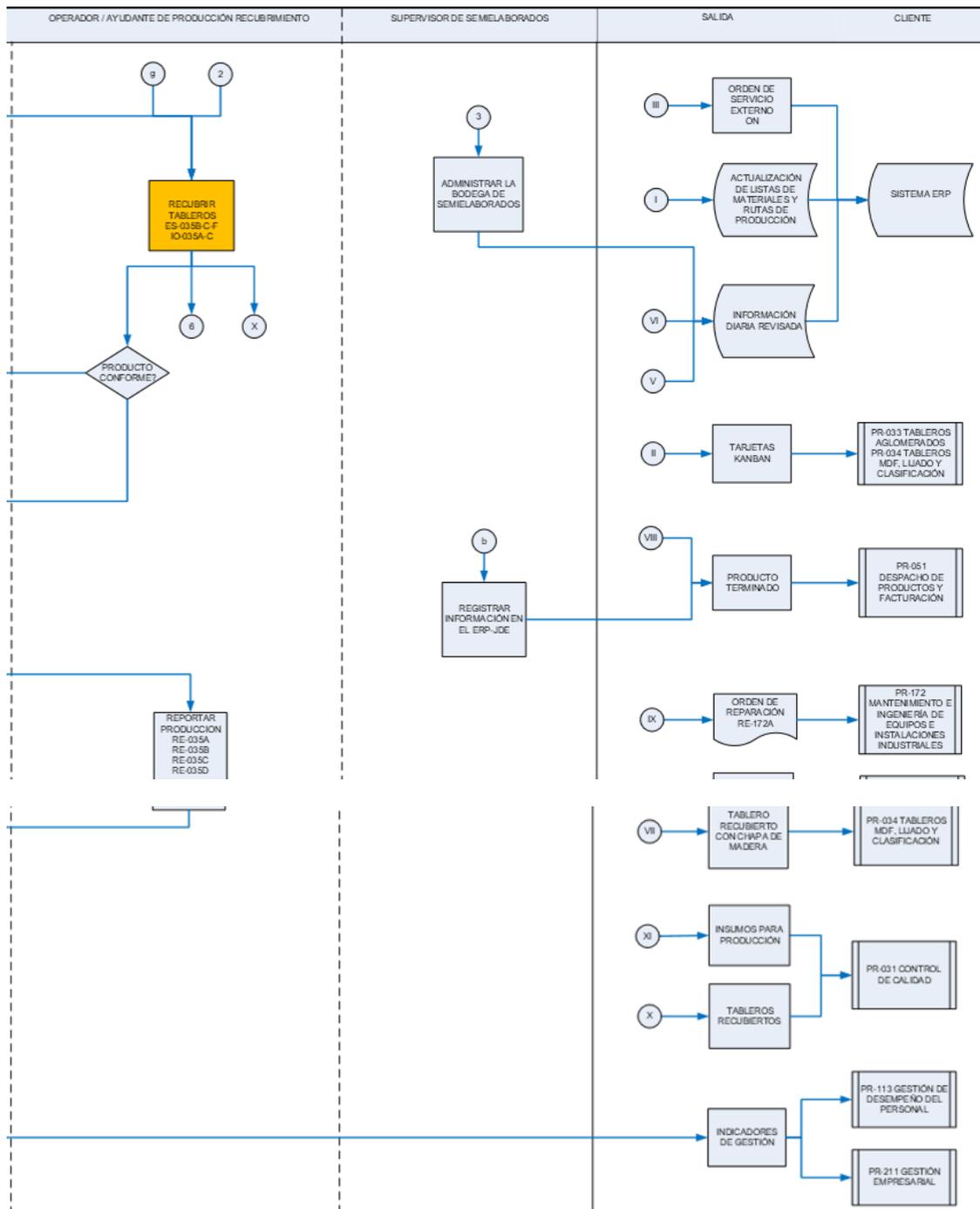


Figura 9: Diagrama de flujo actual del proceso de recubrimiento de tableros

4.1.8. Descripción general del proceso productivo: Recubrimiento de tableros de madera

1. Creación de códigos para nuevos productos.

El jefe de área se encarga de crear listas y rutas para nuevos productos, y realiza las pruebas con colores de papel y tablero necesarias.

2. Proceso de recubrimiento.

Recepción de pedidos: los pedidos generados por el área comercial son generados en el sistema ERP de planta, el supervisor de producción planifica la producción, requiere de materiales e insumos, a los procesos previos.

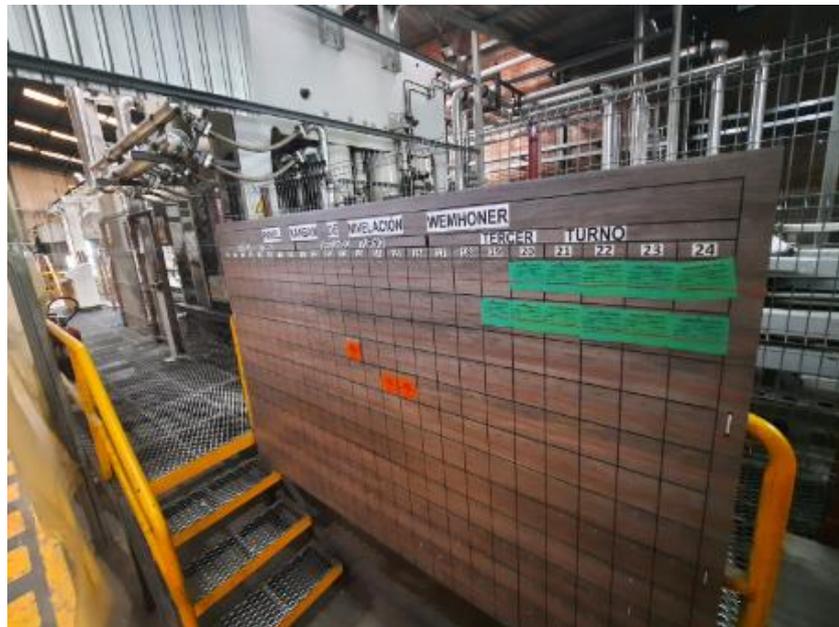


Figura 12: Tablero de programación Kanban

3. Preparación de materia prima:

Tableros crudos: los tableros de diferente espesor producidos en la línea de aglomerado o MDF, después de liberados por control de calidad son lijados en un proceso denominado lijado industrial, para obtener los tableros con espesor uniforme y superficie lisa no rugosa, el montacarguista transporta los tableros necesarios de acuerdo con la planificación de la producción desde el supermercado Kanban a la mesa de ingreso de tableros crudos en la prensa de recubrimiento Wemhoner.



Figura 13: Ingreso de tableros a la prensa Wemhoner

Papel meláminicos: el montacarguista transporta las cajas de papel desde los racks de papel a un lugar de colocación, las hojas de papel son recolectadas de acuerdo a los colores planificados para el turno.



Figura 14: Caja de papel meláminico

4. Colocación de papel

La colocación de papel es manual y se la realiza por cada unidad de tablero.

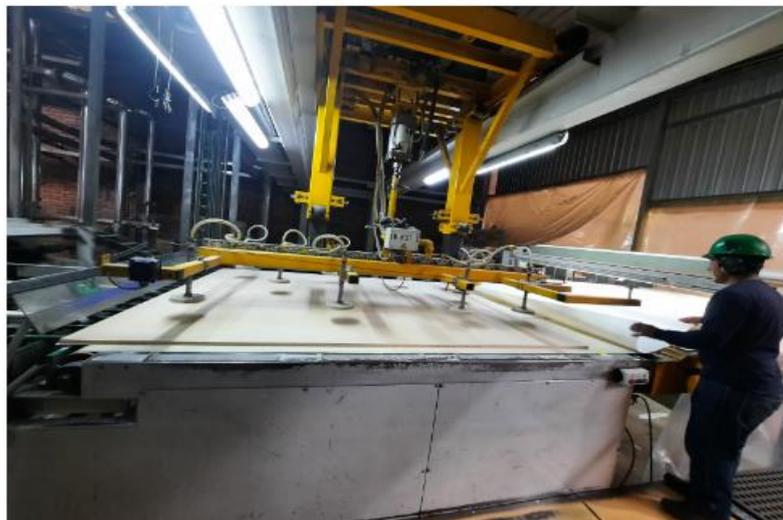


Figura 15: Colocación de papel

5. Prensado de tableros

La máquina utilizada denominada prensa Wemhoner, que posee dos transportadores de tableros, mesas de ingreso de materiales, lanzadera, bandas de transporte, su funcionamiento es hidráulico.

Los tableros recubiertos son prensados a determinada presión, temperatura y tiempo.



Figura 16: Prensado de tableros

6. Refilado de tablero

El tablero recubierto sale de la prensa a las mesas de enfriamiento, en este lugar el personal empleando una herramienta manual recorta los excesos de papel.

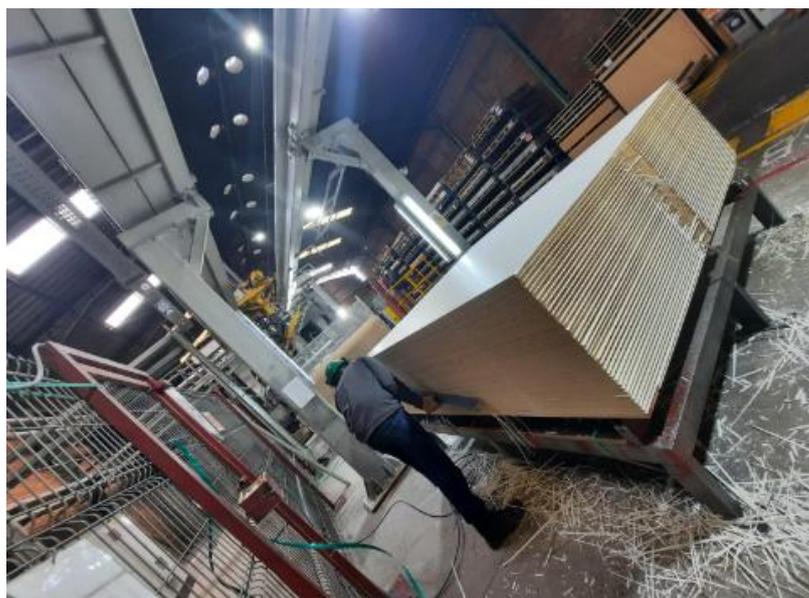


Figura 17: Refilado de tableros

7. Inspección de tableros

Los tableros son inspeccionados de forma visual a la salida de la prensa, y los espesores son tomados al inicio del lote de producción sin considerar un muestreo, de forma empírica.



Figura 18: Medición de espesores de tableros recubiertos.

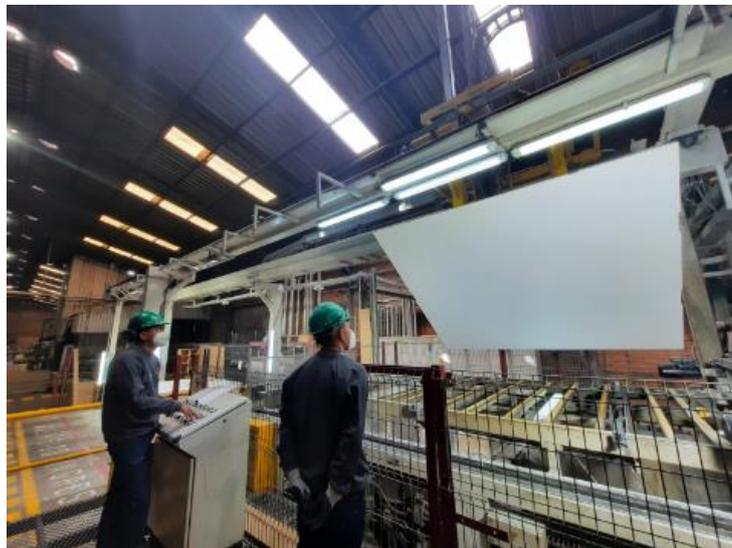


Figura 19: Inspección Visual de tableros recubiertos

8. Embalaje e identificación de tableros:

Elaborar la guía del producto, colocar tapa y base en el pedido y zunchar los tableros.



Figura 20: Embalaje de tableros

9. Enfriamiento de tableros

El montacarguista traslada la tarima de cada pedido la zona de enfriamiento, el tiempo indicado para enfriar el tablero es 3 días.



Figura 21: Almacenamiento y enfriamiento de tableros recubiertos

10. Destino de tableros tipo B

Los tableros reportados como tipo b o con defecto, adicional a los tableros de reclamos que vuelven a planta son vendidos a bajo costo o donados para la comunidad e instituciones que lo quieren como parte de la sostenibilidad que mantiene la industria en la localidad.

4.1.9. Tablero aglomerado recubierto

El tablero de aglomerado es recubierto con papel decorativo impregnado con resina meláminica, estos componentes se adhieren mediante el proceso de prensado a determinado tiempo temperatura y presión, aglomerados, en sustrato duraplac normal y duraplac RH cumpliendo las normas DIN EN 14322. El tablero final es una superficie cerrada, dura y resistente al calor, con sección transversal rectangular, la superficie terminada no requiere de tratamientos de acabados adicionales.

4.1.10. Características dimensionales de tablero

La norma internacional DIN EN 14322 “Tableros meláminicos para uso interior” indica los requisitos superficiales y las tolerancias dimensionales de los tableros revestidos de melamina para uso interior para tableros de partículas y de fibra de madera.

Tabla 8: Requisitos generales para liberación de tableros meláminicos para uso interior según DIN 14322 y Aglomerados Cotopaxi

Propiedad	Unidad	Requisito		
		Rango de espesor (mm)		
		<15	≥ 15 a 20	>20
Tolerancias en las dimensiones nominales	mm	±0,3	±0,3	±0,5
Espesor relativo al valor nominal				
Espesor dentro del tablero				
Daño en los bordes	mm	≤10	≤10	≤10
Tamaños disponibles comercialmente		≤3	≤3	≤3
Paneles recortados				
Defectos superficiales	mm ² /m ²	puntos ≤2	puntos ≤2	puntos ≤2
		Longitud	Longitud	Longitud
		≤20	≤20	≤20

4.1.11. Caracterización prensa Wemhoner

Prensa Wemhoner, con una producción entre 6500 a 7000 m³ mensuales, variando de acuerdo con los productos que se recubren, el proceso productivo se lo realiza sobre

tableros crudos de partículas de aglomerado en medidas 2150x2440mm en espesores de 6, 9, 12, 15, 18, 19, 25, 30, 36mm y tableros crudos de fibra de madera MDF con medida 1830x2440mm en espesores 5.5, 9, 12, 15, 18, 25, 30, 36mm

4.2. Análisis de la situación actual

En planta hay varios tipos de problemas evidentes, como reproceso, inventarios excesivos, reclamaciones de clientes por mala calidad, defectos en el producto terminado entre otros, en este proyecto se desea trabajar para el mejoramiento de la calidad del producto terminado logrando disminuir el inventario de tableros tipo b y reclamaciones de clientes externos, por esto la importancia de mejorar la calidad del proceso productivo, actualmente se han presentado reclamos que son reincidentes por parte de clientes externos, las reclamaciones que atenderemos en este proyecto están centradas en tableros recubiertos meláminicos producidos en la línea de recubrimiento.

Los tableros tipo B que son generados por defectos durante el proceso productivo a diario y los tableros que regresan a planta por reclamos se acumulan como inventario de producto no conforme, esto indica que existe un problema importante de desperdicio y reproceso.

En planta se conoce del problema de calidad, pero no se han planteado acciones correctivas efectivas y eficaces para solventar y mejorar este problema, además que la calidad no solo comprende en detectar los productos con defectos y en elaborar un indicador que muestre la cantidad de tableros con defecto y reclamaciones de clientes, los desperdicios y reproceso continuarán, la organización necesita información confiable y oportuna que ayude a los encargados del área a monitorear el proceso y prevenir defectos en el producto terminado. El departamento de control de calidad no ha tomado acciones correctivas eficaces, las causas que se han determinado en los análisis internos no han ayudado a mejorar el proceso.

Es necesario implementar un sistema de control estadístico de calidad, que mantenga y recopile información del proceso y permita la toma de decisiones en base a datos estadísticos, con esto incrementaremos las posibilidades de mantener al proceso bajo control, entregando al cliente un producto de calidad y sin defectos.

4.2.1. Recepción y respuesta de reclamaciones por parte de clientes externos.

El proceso interno para recepción de reclamos emitidos por clientes externos no se realiza en la actualidad esto ha llevado a no realizar ningún tipo de propuestas de mejora en el proceso productivo y únicamente se clasifica a los tableros asignándolos para tipo B, y la organización notifica al cliente la aceptación del reclamo y genera una nota de crédito

4.2.2. Análisis cuantificable de reclamaciones de clientes externos y tableros con defectos tipo B

Los datos para analizar en el presente proyecto se obtuvieron de datos históricos de reclamos existentes en el sistema ERP, tableros tipo B reportados por el proceso que han sido almacenados en un archivo Excel, información de cantidades totales producidas del sistema ERP del año 2022, y datos de espesores reportados en el formato de control de calidad que serán analizados en este estudio.

Los datos fueron exportados a hojas de cálculo Excel, verificando que coincidan datos, fechas y cantidades, estos datos están disponibles en el sistema ERP de planta y en los datos históricos de gestión de inventarios. En la actualidad este proceso no dispone de cartas de control ni de un sistema de muestreo normalizados. Sin embargo, el departamento de control de calidad ha elaborado planes para mitigar las reclamaciones sin eficacia

Para el análisis de espesores se tomaron datos de las producciones continuas, aplicando el método de muestreo basados en la norma MIL STD 414, planteado como propuesta de este trabajo por no poseer ningún método de muestreo actualmente.

Tabla 9: Tableros producidos, cantidad de reclamos y tableros con defectos del año 2022

SKU Medida	Total, de tableros producidos	% Producción total	Tableros reclamados	% Tableros reclamados	Tableros con defectos "B"	% Tableros con defectos
1830X2130X15	420	0,03%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2150X36	14995	1,23%	105	9,28%	0	0,00%
1830X2150X37	7	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X10	20429	1,68%	10	0,88%	0	0,00%
1830X2440X12	159847	13,15%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X13	6510	0,54%	10	0,88%	0	0,00%
1830X2440X15	157042	12,92%	56	4,95%	321	5,05%
1830X2440X16	15567	1,28%	53	4,69%	0	0,00%
1830X2440X18	42593	3,50%	53	4,69%	272	4,28%
1830X2440X19	1677	0,14%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X25	14784	1,22%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X26	103	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X30	5276	0,43%	0	0,00%	12	0,19%
1830X2440X31	148	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X36	1539	0,13%	30	2,65%	625	9,83%
1830X2440X37	112	0,01%	10	0,88%	0	0,00%
1830X2440X4	9553	0,79%	0	0,00%	12	0,19%
1830X2440X5	2749	0,23%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X5.5	39644	3,26%	93	8,22%	152	2,39%
1830X2440X6	150	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X6.5	10388	0,85%	13	1,15%	0	0,00%
1830X2440X7	86	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2440X9	149809	12,33%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2464X17	619	0,05%	0	0,00%	0	0,00%

SKU Medida	Total, de tableros producid os	% Producció n total	Tableros reclamad os	% Tableros reclamad os	Tablero s con defecto s "B"	% Tablero s con defecto s
1830X2750X10	2	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2750X12	3784	0,31%	13	1,15%	0	0,00%
1830X2750X15	3089	0,25%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2750X18	691	0,06%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2750X5.5	11	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
1830X2750X9	11564	0,95%	0	0,00%	0	0,00%
1830X3660X9	10	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
1830X4290X9	24	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
1850X2440X3.3	9	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
1850X2440X3.8	8	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
1850X2440X4	3847	0,32%	0	0,00%	0	0,00%
1850X2440X5.5	6465	0,53%	0	0,00%	0	0,00%
2150X2440X10	1488	0,12%	30	2,65%	0	0,00%
2150X2440X12	7735	0,64%	0	0,00%	36	0,57%
2150X2440X13	79	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
2150X2440X15	424274	34,91%	506	44,74%	3376	53,08%
2150X2440X16	2405	0,20%	36	3,18%	0	0,00%
2150X2440X17	101	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
2150X2440X18	39279	3,23%	0	0,00%	369	5,80%
2150X2440X19	13385	1,10%	20	1,77%	96	1,51%
2150X2440X20	1374	0,11%	15	1,33%	0	0,00%
2150X2440X25	10089	0,83%	20	1,77%	0	0,00%
2150X2440X26	11	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
2150X2440X30	1350	0,11%	0	0,00%	270	4,25%
2150X2440X36	3854	0,32%	22	1,95%	102	1,60%

SKU Medida	Total, de tableros producidos	% Producción total	Tableros reclamados	% Tableros reclamados	Tableros con defectos "B"	% Tableros con defectos
2150X2440X6	14621	1,20%	26	2,30%	570	8,96%
2150X2440X7	681	0,06%	0	0,00%	0	0,00%
2150X2440X9	10954	0,90%	10	0,88%	147	2,31%
TOTAL	1215231	100,00%	1131	100,00%	6360	100,00%

La producción anual corresponde a 1215231 unidades de tableros de estas 6360 unidades son tableros tipo B y 1131 son tableros que han regresado a planta por reclamaciones de clientes, en porcentajes del 100% de la producción anual el 52% corresponde a tableros tipo B.

La cantidad de tableros producidos con medida 2150X2440X15 representan el 35% de la producción total, en porcentaje de reclamos con el mismo SKU 2150X2440X15 corresponde al 45% del total anual, y la cantidad de tableros tipo B generados en el proceso productivo corresponde al 53 %.

Los reclamos son en mayor cantidad de tableros Dura Mela en sustrato normal y RH de espesor 15mm, en el análisis estadístico tomaremos lotes de producción de tableros de dimensión 2150X2440X15 elaborados en la prensa Wemhoner.

Tabla 10: Reporte de reclamos por mes

TABLEROS RECLAMADOS AÑO 2022			
Mes	Número de reclamos receptados	Cantidad de tableros	Costo de reclamo \$
ene	2,00	20,00	2053
feb	12,00	144,00	14290,8
mar	4,00	53,00	3622,8
abr	5,00	10,00	199
may	4,00	43,00	19987
jun	3,00	52,00	4131,2
jul	17,00	265,00	18391,6
ago	16,00	222,00	18390,2
oct	7,00	75,00	7490
nov	16,00	225,00	19920,7
dic	2,00	22,00	1896,4
TOTAL	88,00	1131,00	\$ 110372,70

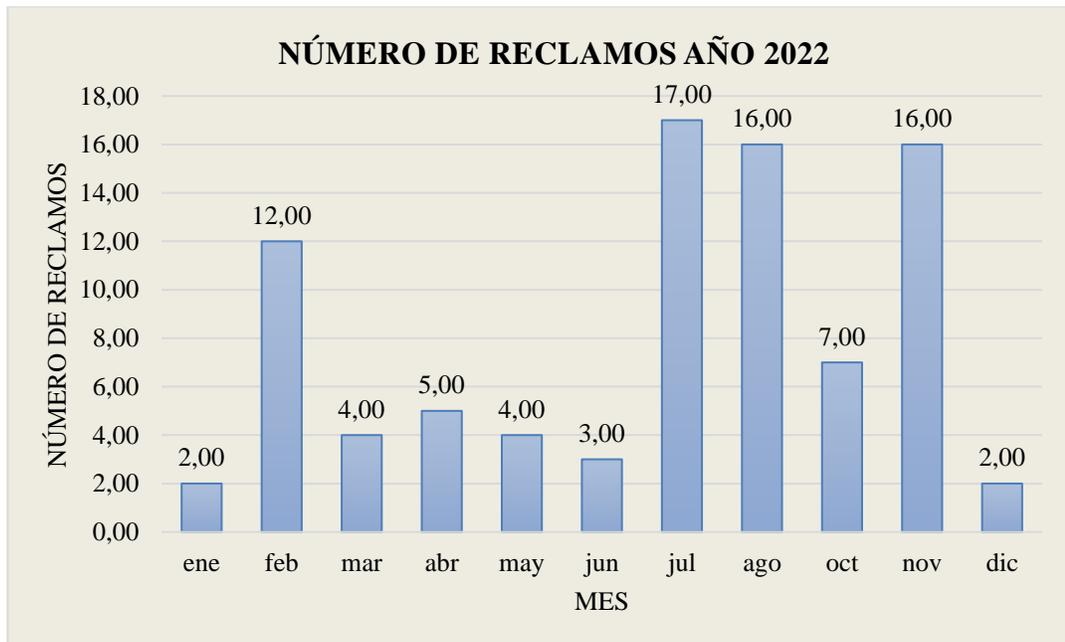


Figura 22: Reclamaciones año 2022



Figura 23: Cantidad de tableros sumados por reclamaciones año 2022

4.3. Análisis de resultados por control estadístico

Con los datos obtenidos en el diagnóstico inicial en colaboración del personal del área de Recubrimiento se realizó un seguimiento al producto con mayor cantidad de producción, Duraplac recubierto con medida 2150x2440x15, todos los tableros presentan características para realizar un análisis de control por variables y control por atributos, al finalizar este proyecto se presentará una propuesta de herramientas que permitan monitorear y asegurar un mejor desempeño en la fabricación de tableros recubiertos, y que esto disminuya las reclamaciones y la mayor cantidad de tableros reportados como tipo B.

En la actualidad el proceso de recubrimiento de tableros no cuenta con ningún tipo de carta de control para defectos ni para atributos.

Para liberar el producto final tablero recubierto, se debería monitorear el espesor del tablero y cumplir con los requisitos determinados por la norma DIN EN 14322 y adoptada por Aglomerados Cotopaxi, si se detecta tableros que no cumplen con este requisito el control que estará al final del proceso será notificado e inmediatamente se realizará correcciones para lograr obtener producto conforme.

4.4. Control estadístico para variables

4.4.1. Prueba de normalidad

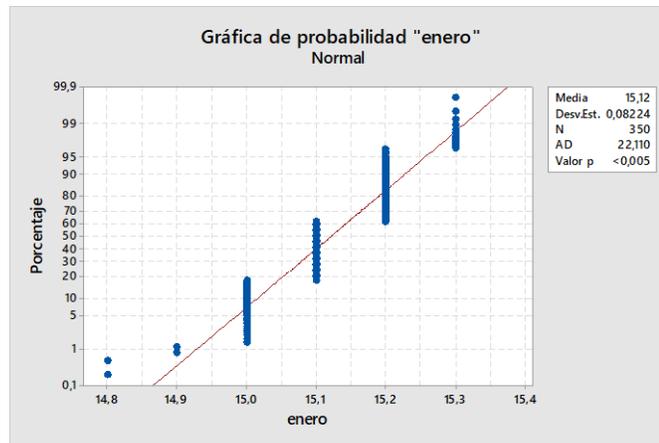


Figura 24: Distribución normal de datos correspondientes al mes enero

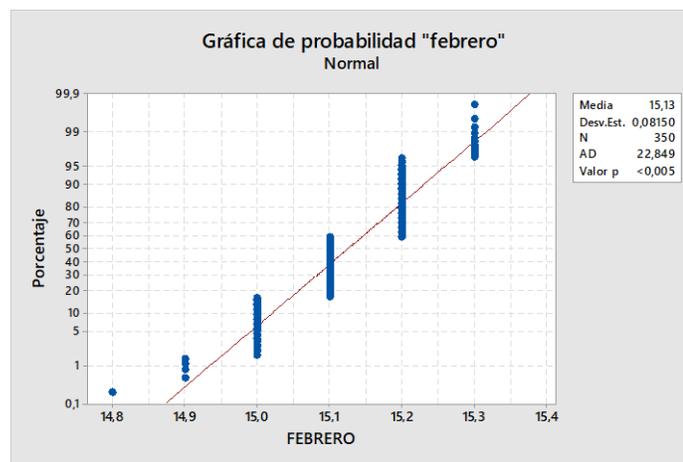


Figura 25: Distribución normal de datos correspondientes al mes febrero

Para ejecutar la prueba de normalidad, tenemos la hipótesis a comprobar H_0 : los datos siguen una distribución normal. H_1 : los datos no siguen una distribución normal. Las consideraciones para tomar los datos son: los datos deben ser numéricos, la muestra es mayor que 20 y la selección de la muestra es de forma aleatoria, con la prueba de Anderson-Darling considerada como la prueba más efectiva para detectar no normalidad en las colas de la distribución. El valor $p < 0,005$ comparado con el nivel de significancia 0,05 indican que los datos analizados siguen una distribución normal.

4.4.2. Resultado medidas de tendencia central y dispersión

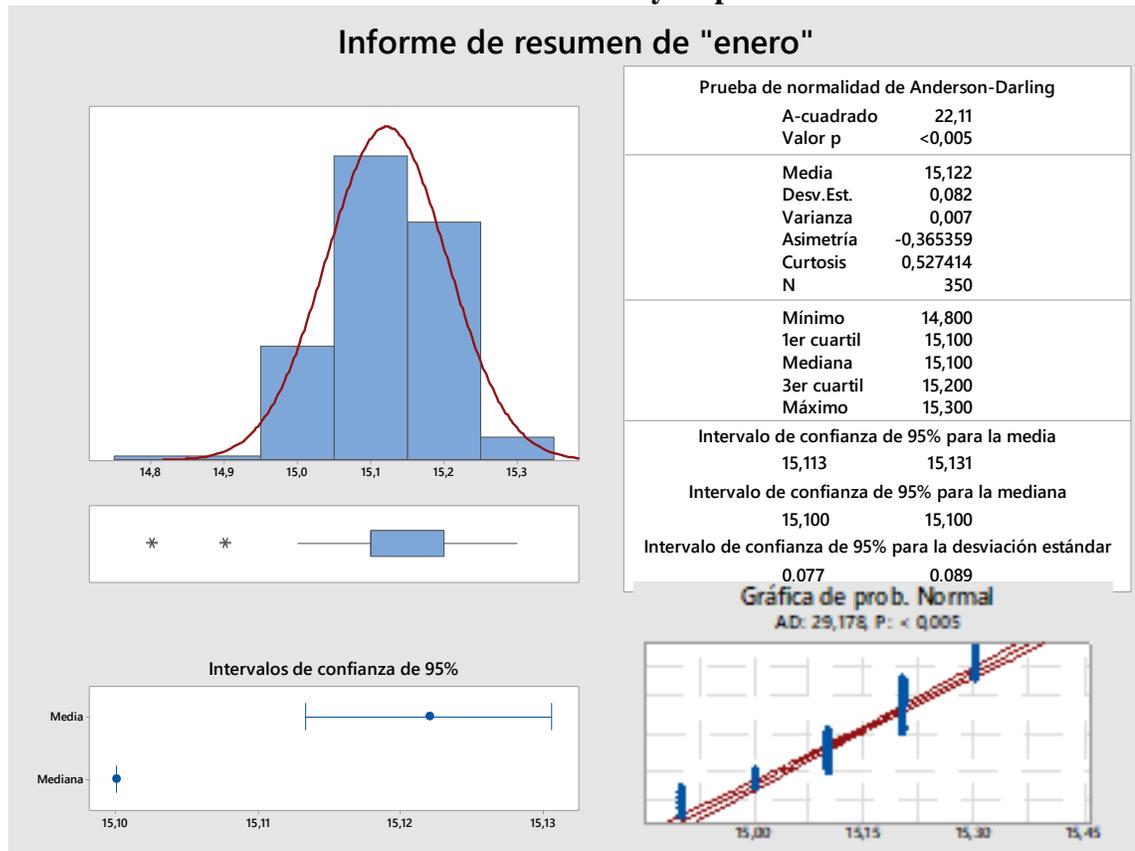


Figura 26: Resumen estadígrafos para espesor enero

La media de los espesores de la Tabla 31: Datos de espesor de 35 tableros correspondiente a enero 2023 analizados en Minitab determinan una media $\bar{x} = 15,122$, esto significa que la mayoría de los tableros tienen un espesor de 15,1, la mediana es 15,1mm, interpretando que el 50% de los espesores de la muestra son menores o iguales que 15,1 y que el 50% restante son mayores a 15,1. La moda da como resultado 15,1 determinando que la mayor cantidad de datos de espesor corresponden a 15,1mm de espesor.

La campana de gauss divide a la curva de forma simétrica (Pulido, 2009), la media es igual a 15,122, la desviación estándar es 0,082, con la fórmula de la distribución normal estándar determinamos el porcentaje de tableros que miden hasta 15,3mm de espesor, parámetro establecido en la norma DIN EN 14322 para liberar tableros de tipo conforme.

$$Z = \frac{x - \mu}{\delta} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$z = \frac{15,3 - 15,139}{0,082}$$

$$z = 1,96$$

Con el valor z del Anexo 1: Áreas bajo la curva normal se obtiene el valor 0,4750. La mitad de la campana corresponde al 50 %, sumado el 47,5%, se determina que el 97,5% de tableros están dentro de la tolerancia máxima admitida según la normativa DIN EN 14322. Sin embargo, el 47,5% de los datos son mayores que la media, lo que implica posibles problemas de calidad como bajo espesor, reclamaciones de clientes, esto se debe a que los tableros son utilizados en la construcción de muebles y existen cantos con medidas estándar sin tolerancia por ejemplo 15mm, de ahí que surgen reclamaciones y retorno de tableros a planta. Los tableros con sobre espesor generan desperdicio de material que a corto plazo incrementan el costo de producción por consumo elevado de materias primas.

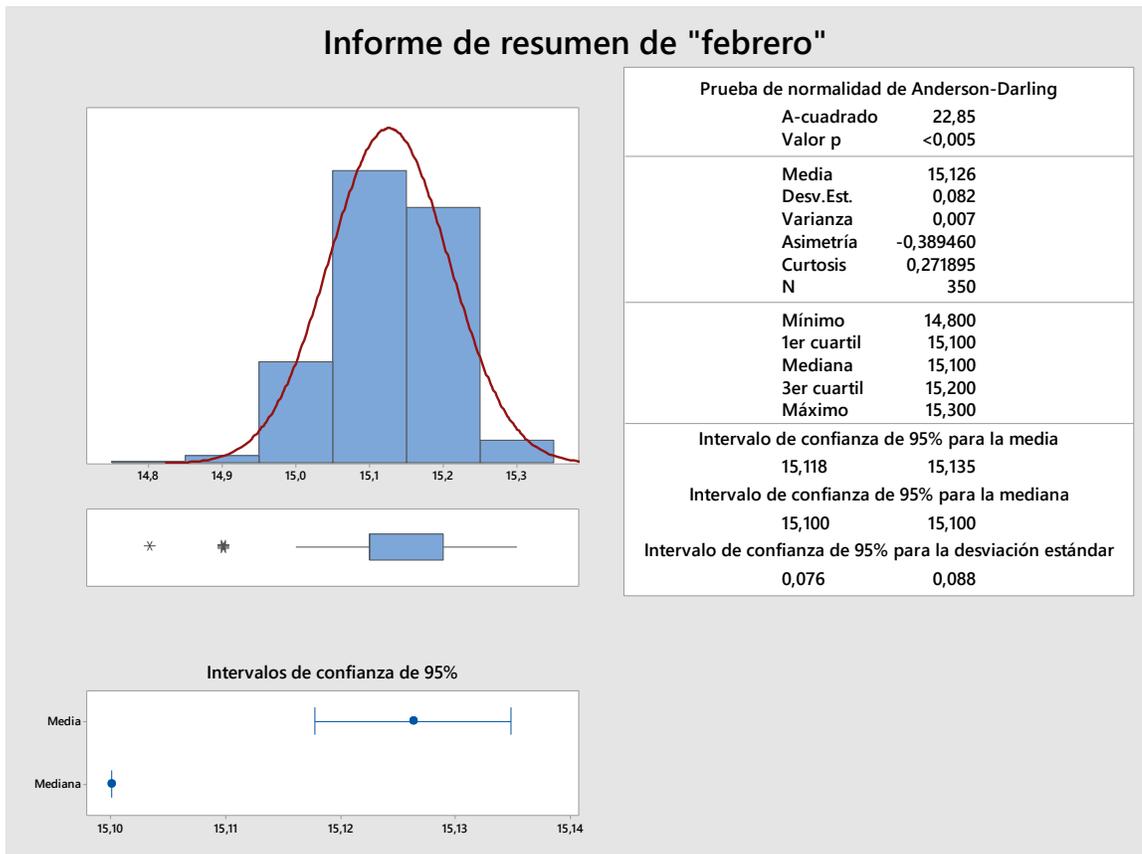


Figura 27:Resumen estadígrafos para espesor febrero

La media de los espesores de la tabla citada en la Tabla 32: Datos de espesor de 35 tableros correspondiente a febrero 2023. Analizados en Minitab arrojan los siguientes resultados media $x = 15,126$, esto significa que la mayoría de los tableros tienen un espesor de 15,126, la mediana es 15,1mm, determina que el 50% de los espesores de la muestra son menores o iguales que 15,1 y que el 50% restante son mayores a 15,1. La moda es igual a 15,1 y determina que la mayor cantidad de datos de espesor corresponden a 15,1mm de espesor.

La campana de gauss divide a la curva de forma simétrica (Pulido, 2009), la media es igual a 15,126, la desviación estándar es 0,082, con la fórmula de la distribución normal estándar se determina el porcentaje de tableros que miden hasta 15,3mm de espesor, parámetro establecido en la norma DIN EN 14322 para liberar tableros de tipo conforme.

$$Z = \frac{x - \mu}{\delta} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$z = \frac{15,3 - 15,126}{0,082}$$

$$z = 2,12$$

Con el valor z del Anexo 1: Áreas bajo la curva normal se obtiene el valor 0,4830. La mitad de la campana corresponde al 50 %, sumado el 48,3%, se determina que el 98,3% de tableros están dentro de la tolerancia máxima admitida según la normativa DIN EN 14322. Producir tableros recubiertos con espesor al límite de la tolerancia admitida genera reprocesos, con costo de producción elevado y adicional se incumple tiempo de entrega de producto terminado al cliente

4.4.3. Carta X y Rango para espesores enero

En el Anexo 10: Datos para analisis estadístico por variables, se muestran los datos obtenidos como muestra para el proyecto, los datos fueron medidos y tomados de forma aleatoria durante el mes enero, involucrando al departamento de calidad y producción.

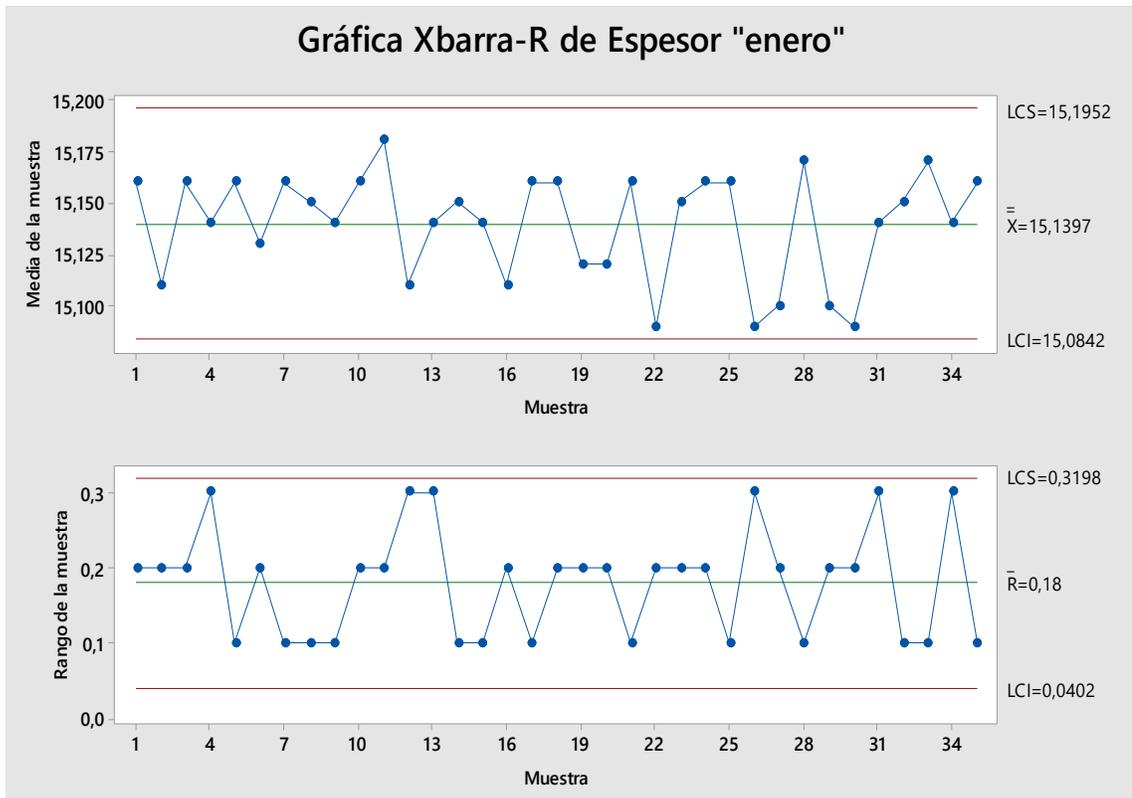


Figura 28: Gráficas X-R de espesores correspondientes a enero

Las gráficas Xbarra y R, indican que el proceso tiene productos terminados con espesores que cumplen con la norma DIN EN14322 adoptada por la compañía y es un proceso estable sin resultados que estén fuera del límite de control. La gráfica de los 35 subgrupos analizados muestra que los datos están distribuidos aleatoriamente y es simétrica respecto a la media de nuestro proceso. La grafica de probabilidad normal indica que existe una agrupación y distribución de datos distribuidos normalmente.

Los datos no se muestran de forma continua y sin variación, esto se debe a que los operadores de prensa colocan parámetros de prensado como presión y tiempo de acuerdo con su criterio al no existir especificaciones en el proceso.

Cada turno realiza el mismo producto con diferentes parámetros de máquina, esto genera variación de los espesores del producto terminado, a mayor presión menos espesor y a mayor presión menos espesor.

4.4.4. Carta X- S para espesores de tableros recubiertos enero

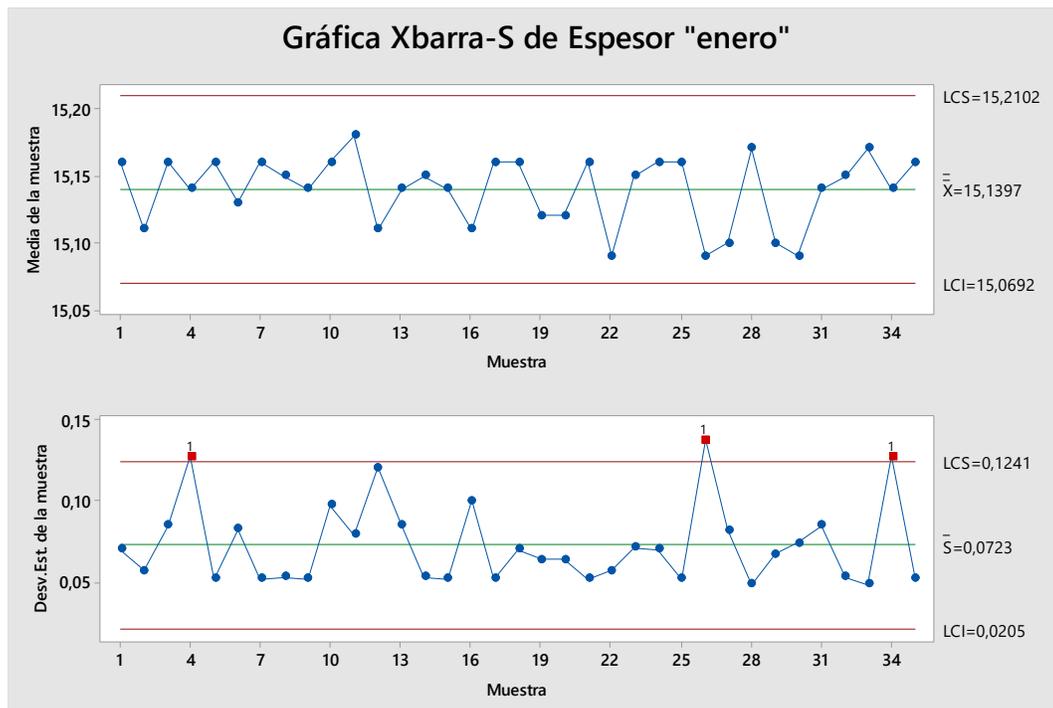


Figura 29: Gráficas X-S de espesores correspondientes a enero

La gráfica Xbarra-S determina la media y la variación del proceso en el tiempo, como resultado se observa que los puntos varían aleatoriamente alrededor de la línea central sin embargo presenta patrones en cuanto a la desviación estándar fuera los límites de control, la media de los espesores de tableros es estable entre los 35 subgrupos, sin embargo, la desviación estándar no es estable e incumple con requisitos de liberación del producto establecido en la DIN EN 14322, la gráfica refleja claramente un proceso que no está bajo control estadístico, la causa de las 3 muestras que están fuera de la tolerancia admitida se debe al prensado del tablero con presión y tiempo más bajo que el resto de tableros, esta aseveración se determinó de la revisión de parámetros con los que se presentó estas muestras evidenciado en el registro de producción.

4.4.5. Gráfico Six Pack para tableros recubiertos lote enero

Capacidad corto plazo	
Nivel Z	2,14
Z.LEI	4,47
Z.LES	2,14
Cpk	0,71

Figura 30: Datos capacidad de proceso a corto plazo

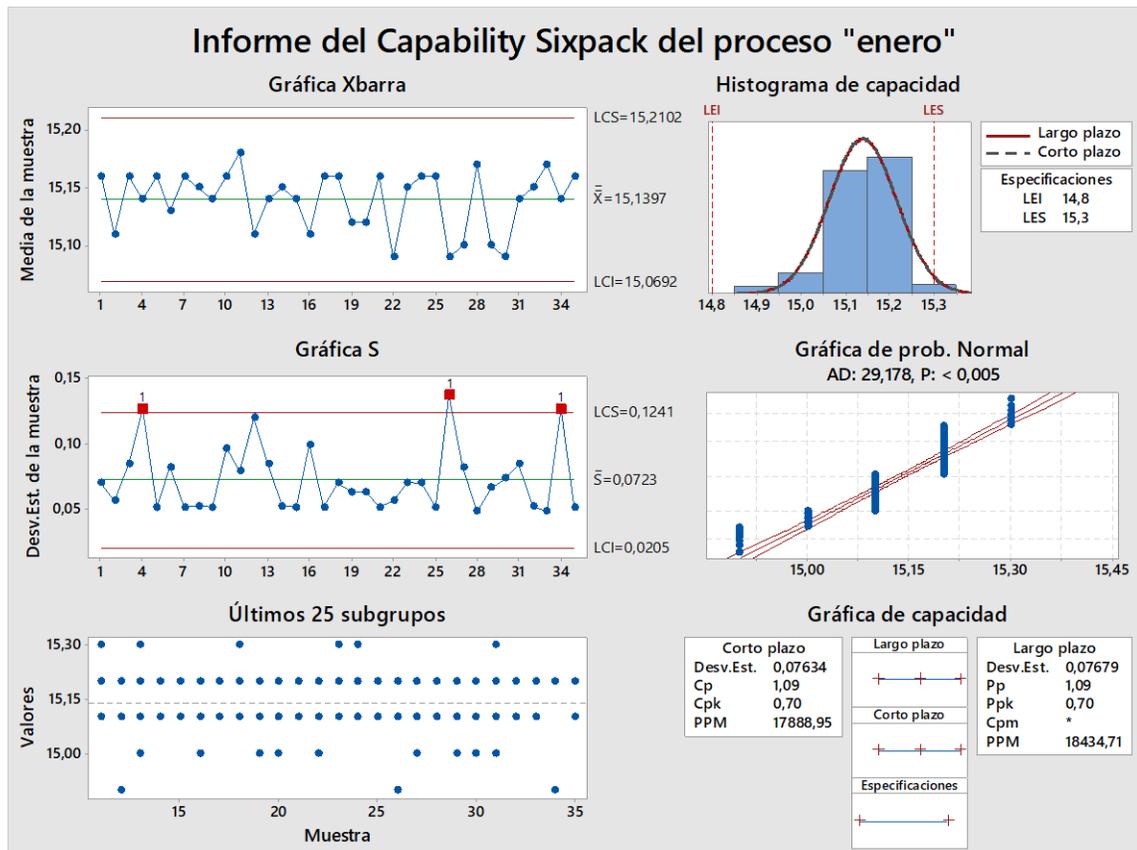


Figura 31. Capacidad de proceso Sixpack para espesor Enero

El histograma y los índices de capacidad indica que el proceso no está centrado como es el objetivo de la industria, y que las mediciones están al borde del límite de control superior.

El análisis gráfico de la capacidad del proceso a corto plazo determina un índice de capacidad potencial de proceso $C_p = 1,10$; según (Hessing, 2020) si: $(1 < C_p < 1,33)$ el proceso es parcialmente adecuada y requiere de un control estricto.

El índice de capacidad real del proceso $C_{pk} = 0,71$; es menor que el valor C_p , indicando que la media del proceso se encuentra lejos del centro de las especificaciones. La interpretación de la capacidad del proceso a largo plazo determina que la desviación estándar es $0,07625$; con especificación superior $LCS = 15,2083$ siendo el objetivo de acuerdo a la normativa $15,3\text{mm}$; especificación inferior $LCI = 15,0679$ y el objetivo es $14,7\text{mm}$; el indicador de desempeño potencial $P_p = 1,09$, indica que se requiere de control estricto en el proceso productivo; un índice de desempeño real para el proceso $P_{pk} = 0,71$ asegurando que el proceso tiene valores medidos y la media alejados del centro de las especificaciones.

En conclusión, los valores C_p y C_{pk} del análisis enero son menores a $1,33$, según (Pulido, 2009) si el valor C_p es menor que $1,33$ el proceso es parcialmente adecuado o capaz y requiere de un control estadístico, es decir el proceso de recubrimiento de tableros no cumple con los requisitos del cliente respecto al espesor necesario para la liberación y este es uno de los motivos para reclamaciones del producto.

De acuerdo con los indicadores de calidad Seis Sigma para una capacidad a corto plazo se determina un Índice $Z = 2,14$ y un $C_p = 1,10$; se interpreta como calidad 3 en sigma según (Pulido, 2009). De acuerdo con la interpretación este es un proceso parcialmente adecuado o centrado y está en un $99,73\%$ de la curva dentro de las especificaciones del producto con 2700 unidades fuera de especificación por cada millón de unidades producidas en el proceso de recubrimiento de tableros.

El costo de reproceso de 2700 tableros recubiertos corresponde a $\$36,86$ por unidad, con un total de $\$99523$, que en la actualidad es asumido por el proceso productivo como costo de producción.

4.4.6. Carta X y Rango para espesores febrero

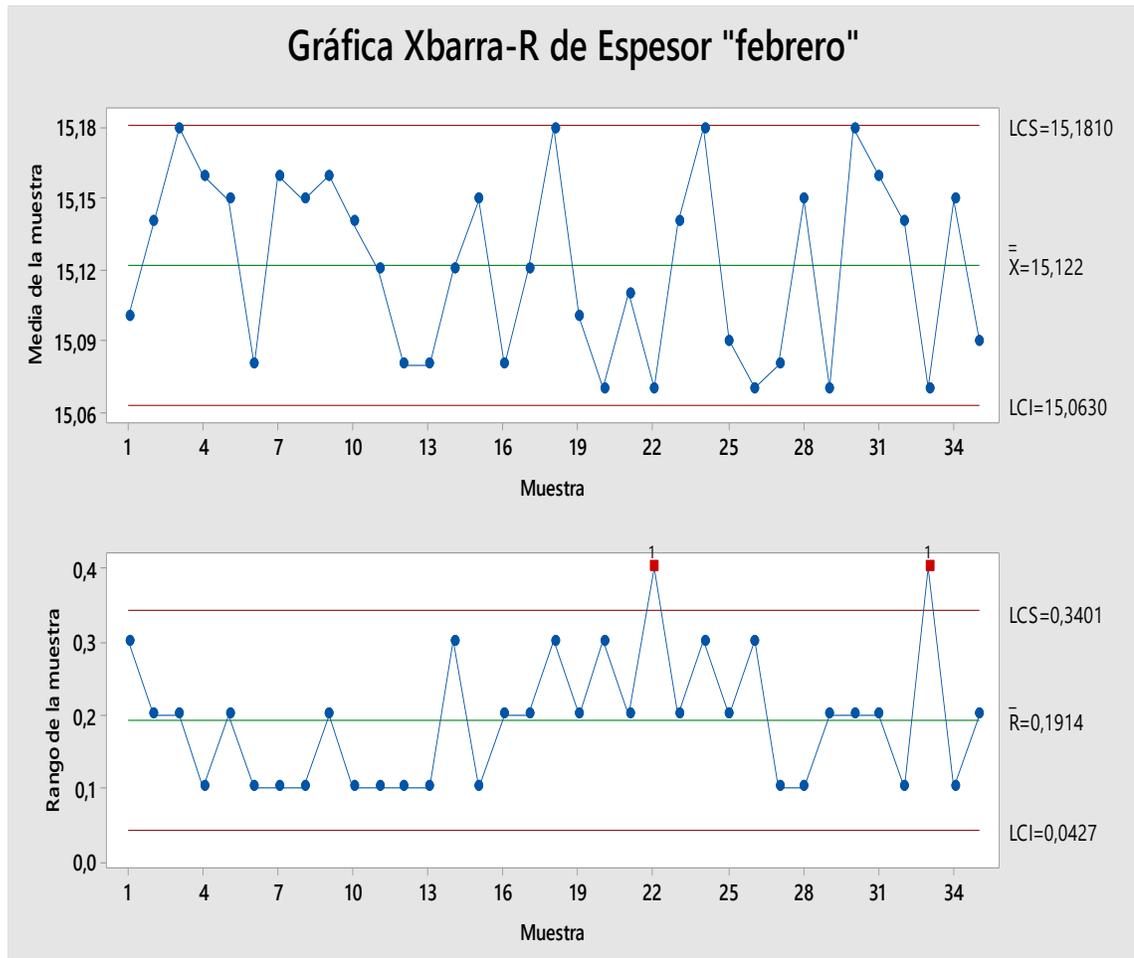


Figura 32: Gráficas X-R de espesores correspondientes a febrero

Las gráficas Xbarra y R, indican que el proceso tiene productos terminados con valores de espesores que no cumplen con la norma DIN EN14322 convirtiendo al recubrimiento de tableros en un proceso inestable con resultados fuera del límite de control. La gráfica de los 35 subgrupos analizados determina que los datos están distribuidos aleatoriamente y es poco simétrica respecto a la media del proceso. La gráfica de probabilidad normal indica que existe una agrupación y distribución de datos distribuidos normalmente, según (Hessing, 2020) estas gráficas determinan la estabilidad del proceso y detectan de forma gráfica la presencia de valores que varían por causas especiales relacionadas con la calidad de materia prima y parámetros de prensado no especificados en la actualidad. Estas

variaciones generan tiempos extras del personal por inspección completa del lote producido al 100%.

4.4.7. Carta X y S para espesores febrero



Figura 33: Gráficas X-S de espesores correspondientes a febrero.

La Xbarra-S muestra la media y la variación de nuestro proceso dando como resultado la estabilidad del proceso en el tiempo, en nuestro grafico observamos que los puntos varían aleatoriamente alrededor de la línea central sin embargo presenta un patrón en cuanto a la desviación estándar fuera los límites establecidos, la media de los espesores de tableros son estables entre los 35 subgrupos, la desviación estándar no es estable incumpliendo con las características de liberación del producto establecido en la DIN EN 14322.

La gráfica de este lote de producción es similar a la del mes enero, determinando que el recubrimiento de tableros no es un proceso que esa bajo control estadístico de calidad y que la variación de espesores genera reprocesos, mano de obra extra, tableros tipo B que generan reproceso y costo de producción elevado.

4.4.8. Gráfico Six Pack para tableros recubiertos lote febrero

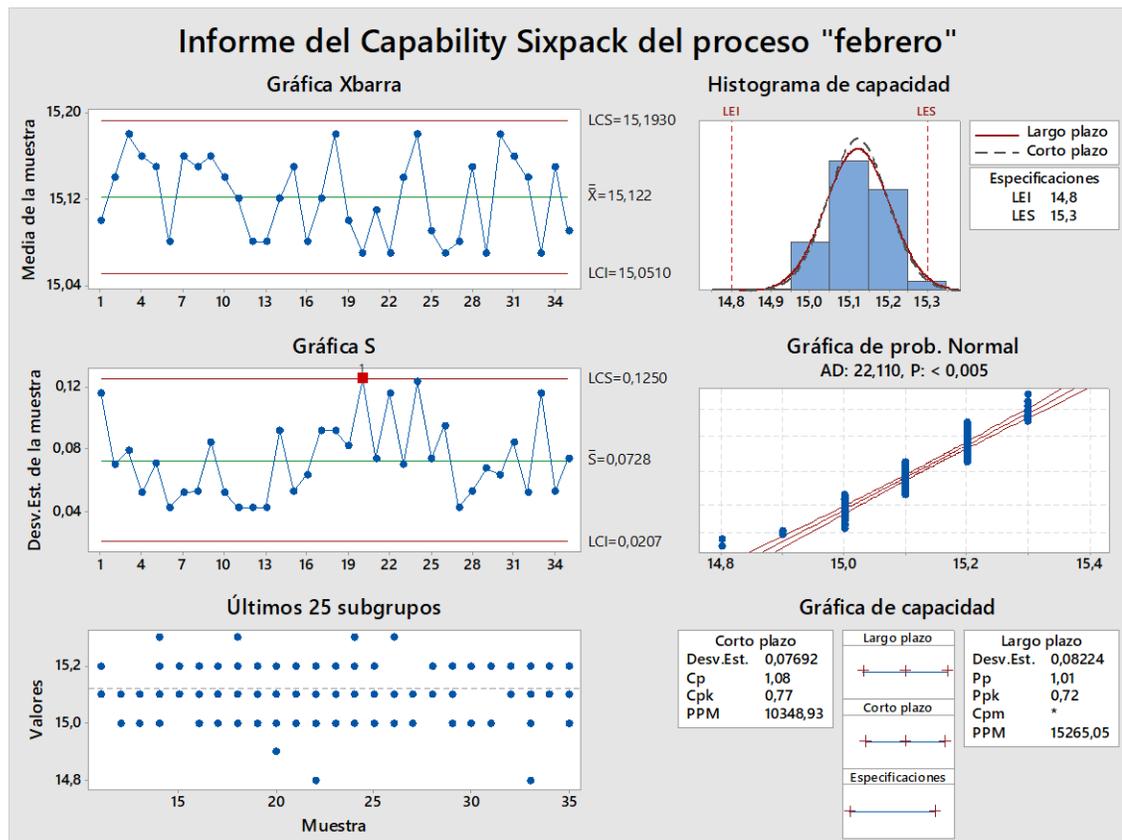


Figura 34: Capacidad de proceso Sixpack para espesor Febrero

Capacidad corto plazo	
Nivel Z	2,31
LI para Nivel Z	2,05
Z.LEI	4,25
Z.LES	2,32
Cpk	0,77
IC para Cpk	(0,70; 0,84)

Figura 35: Datos capacidad de proceso a corto plazo

El histograma y los índices de capacidad nos indican que el proceso no está centrado como es el objetivo de la empresa, y que varias mediciones están al borde del límite de control superior.

La capacidad potencial de proceso del mes febrero es $C_p = 1,09$ y según (Hessing, 2020) si: ($1 < C_p < 1,33$) se determina que la capacidad potencial del proceso es parcialmente adecuada y requiere de un control estricto.

El índice de capacidad real del proceso $C_{pk} = 0,77$; es más pequeña que el valor C_p , indicando que la media del proceso se encuentra lejos del centro de las especificaciones del proceso analizado. La interpretación de la capacidad del proceso a largo plazo muestra la desviación estándar de 0,08151; el valor de la especificación superior es $LCS = 15,2083$ el objetivo ideal de acuerdo a la normativa es 15,3mm; el valor de especificación inferior es $LCI = 15,0679$ el objetivo es 14,7mm según la norma DIN EN14322; el indicador de desempeño potencial $P_p = 1.02$, según (Hessing, 2020) respecto a este valor se requiere de control estricto en el proceso productivo; el índice de desempeño real para el proceso es $P_{pk} = 0,72$ asegurando que el proceso tiene mediciones de espesores y el valor de la media alejadas del centro de las especificaciones.

De acuerdo con (Pulido, 2009) un proceso es aceptable y capaz cuando los índices de capacidad C_p , C_{pk} son mayores a 1.33, por esto se concluye que el proceso de recubrimiento de tableros no cumple con los requisitos del cliente respecto al espesor nominal citado en la norma y descrito en los procesos de control de calidad de planta.

De acuerdo con los indicadores de calidad Seis Sigma para una capacidad a corto plazo se obtiene un Índice $Z = 2,31$ y un $C_p = 1.09$; se interpreta como calidad 3 en sigma según (Pulido, 2009) ubicando al proceso dentro de la curva de las especificaciones en el 99,73% con 2700 unidades por cada millón de unidades producidas que incumplen con los requisitos de la norma DIN EN 14322 en el recubrimiento de tableros.

El costo de reproceso de 2700 tableros recubiertos corresponde a \$36,86 por unidad, con un total de \$99523, que en la actualidad es asumido por el proceso productivo como costo de producción.

Tabla 11: Resumen gráficas de control y capacidad de proceso.

Datos	Detalle	Enero	Febrero
Cp, Cpk Corto plazo	Cp	1,09	1,08
	CPK	0,7	0,77
	PPM	17888,95	10348,93
Pp, Ppk Largo plazo	Pp	1,09	1,01
	Ppk	0,7	0,72
	Pp	18434,71	15265,05

Los gráficos de control muestran a los puntos dentro de los límites de control es decir el proceso es controlado estadísticamente, sin embargo, en el análisis del R Rango de las muestras hay un valor fuera de los límites de control indicando la variabilidad del proceso, existen muestras lejanas a la línea central, indicando que el espesor del producto final no está controlado.

Los resultados del Cp Y CPK es menor a 1,33: según (Pulido, 2009) sí: ($1 < Cp < 1,33$) el proceso es parcialmente adecuado y requiere de un control estricto, se considera al proceso de recubrimiento como un proceso que no cumple con los requisitos de la normativa DIN EN14322 ni con los parámetros establecidos para índices de capacidad de proceso con respecto al espesor nominal de tablero recubierto para interiores.

Las gráficas de control estadístico determinan que la producción de tableros recubiertos no está controlada generando tableros con bajo espesor como resultado de la inexistencia de especificaciones de prensado, los tableros tipo B implican reproceso en la línea, tiempo extra del personal que clasifica a los tableros, costo de producción elevado ya que producción asume el costo de tablero tipo B.

4.5. Análisis AQL en Minitab para variables

Para el análisis AQL y tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote se utilizó los espesores de las muestras expuestas en el estudio del mes enero y febrero.

- **Espesores enero:**

Tabla 12: Muestreo de aceptación por variables correspondiente al lote del mes de enero

Detalle	Resultado
Tamaño de la muestra	32
Media	15,1063
Desviación estándar	0,0948258
Límite de especificación inferior (LEI)	15,0679
Límite de especificación superior (LES)	15,2083
Z.LEI	0,404426
Z.LES	1,07618
Distancia crítica (valor k)	1,1
Desviación estándar máxima (DEM)	0,0470470
Decisión	Rechazar lote.

- **Espesores lote febrero**

Tabla 13: Muestreo de aceptación por variables correspondiente al lote febrero.

Detalle	Resultado
Tamaño de la muestra	32
Media	15,0875
Desviación estándar	0,0659912
Límite de especificación inferior (LEI)	15,0534
Límite de especificación superior (LES)	15,1941
Z.LEI	0,516736
Z.LES	1,61537
Distancia crítica (valor k)	1,09

Desviación estándar máxima (DEM)	0,0474114
Decisión:	Rechazar lote

Las decisiones en los dos lotes es rechazar, este resultado es igual al interpretado en el control estadístico por variables.

4.6. Control estadístico para tributos.

Se analizan los datos de tableros de tipo B del año 2022.

Tabla 14: Defectos en tableros tipo B, año 2022

Defecto	Frecuencia	Porcentaje
Chaflán, bajo espesor	941	14,80%
Fuera de formato	460	7,23%
Mal curado	747	11,75%
Manchas de cola	816	12,83%
Manchas de lija	84	1,32%
Manchas de parafina	60	0,94%
Papel con defecto de fabrica	97	1,53%
Papel mal colocado	10	0,16%
Papel montado	1051	16,53%
Papel movido	319	5,02%
Papel movido, papel montado	15	0,24%
Papel roto	378	5,94%
Papel sucio	24	0,38%
Papel sucio, papel roto	15	0,24%
Suciedad	676	10,63%
Tablero flojo	280	4,40%
Tablero rayado	147	2,31%
Tablero roto, uñas de montacargas	240	3,77%
Total	6360	100,00%

En el siguiente diagrama de Pareto se aprecia los resultados de la Tabla 14: Defectos en tableros tipo B, año 2022: que determinan los principales defectos en los tableros de tipo B, detectados durante el proceso productivo.

4.6.1. Diagrama de Pareto para tableros con defecto año 2022

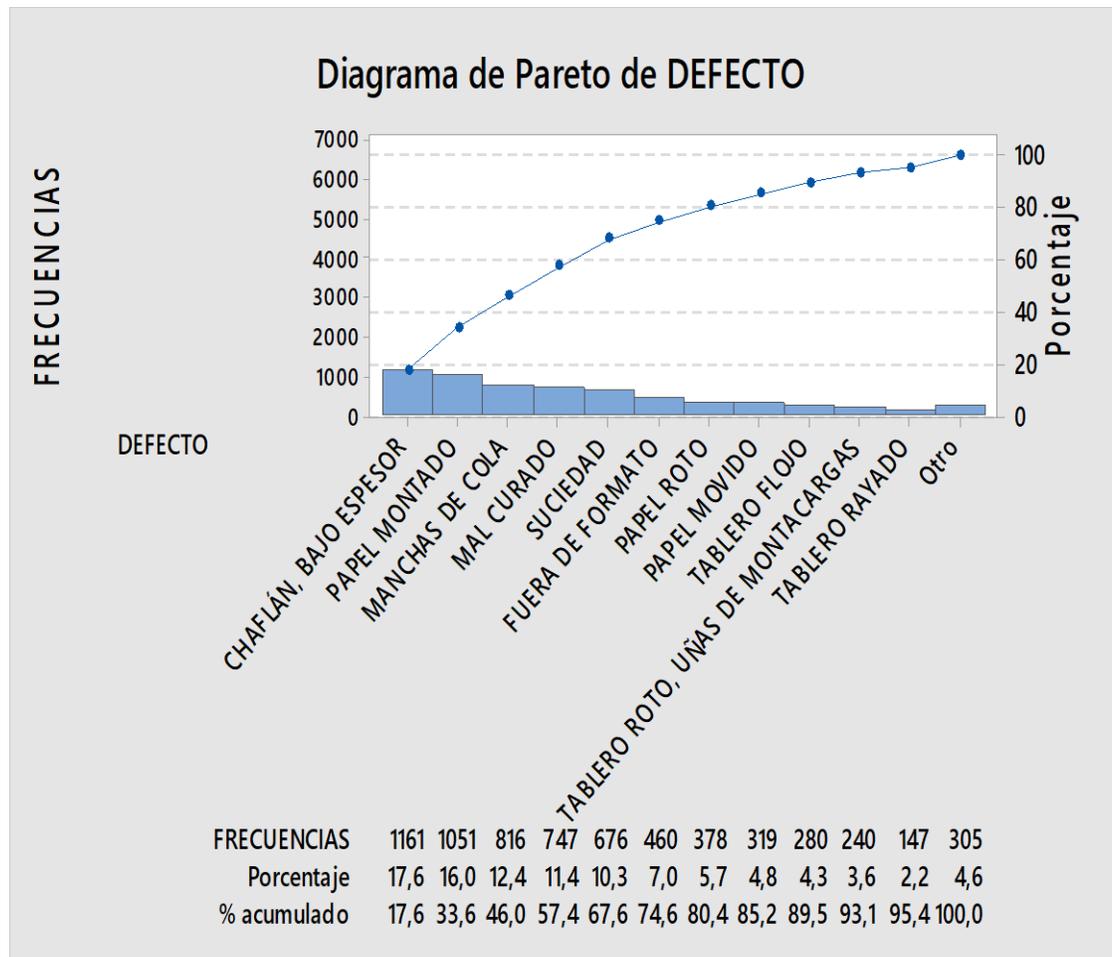


Figura 36. Diagrama de Pareto causas de tableros tipo B año 2022.

En el principio de Pareto se identifica las causas de mayor y menor frecuencia y se evidencia que los defectos de mayor incidencia se originan por chaflán y bajo espesor, seguido por papel montado y manchas de cola, acumulando 46% de los defectos totales. El defecto bajo espesor es la variable que se analizó con la metodología control estadístico por variables, con un Cp menor a 1,33, con el que se considera un proceso que no está bajo control y requiere de mejoras evidentes.

4.6.2. Diagrama de Pareto para tableros con defecto mes enero

Los datos para el análisis por atributos fueron tomados de toda la población (producción) del mes Enero y febrero del año 2023 obteniendo como resultado que los defectos más comunes son chaflán o bajo espesor y papel montado.

Tabla 15: Defectos de tableros tipo B, en el proceso productivo.

Defecto	Frecuencia	Porcentaje
Chaflán, bajo espesor	141	21,3%
Fuera de formato	18	2,7%
Mal curado	87	13,1%
Manchas de lija	20	3,0%
Papel montado	126	19,0%
Papel movido	36	5,4%
Papel roto	74	11,2%
Suciedad	18	2,7%
Tablero flojo	20	3,0%
Tablero rayado	36	5,4%
Tablero roto	54	8,1%
Tablero roto, uñas de montacargas	18	2,7%
Tableros con falla de lija	15	2,3%
Total	663	100,0%

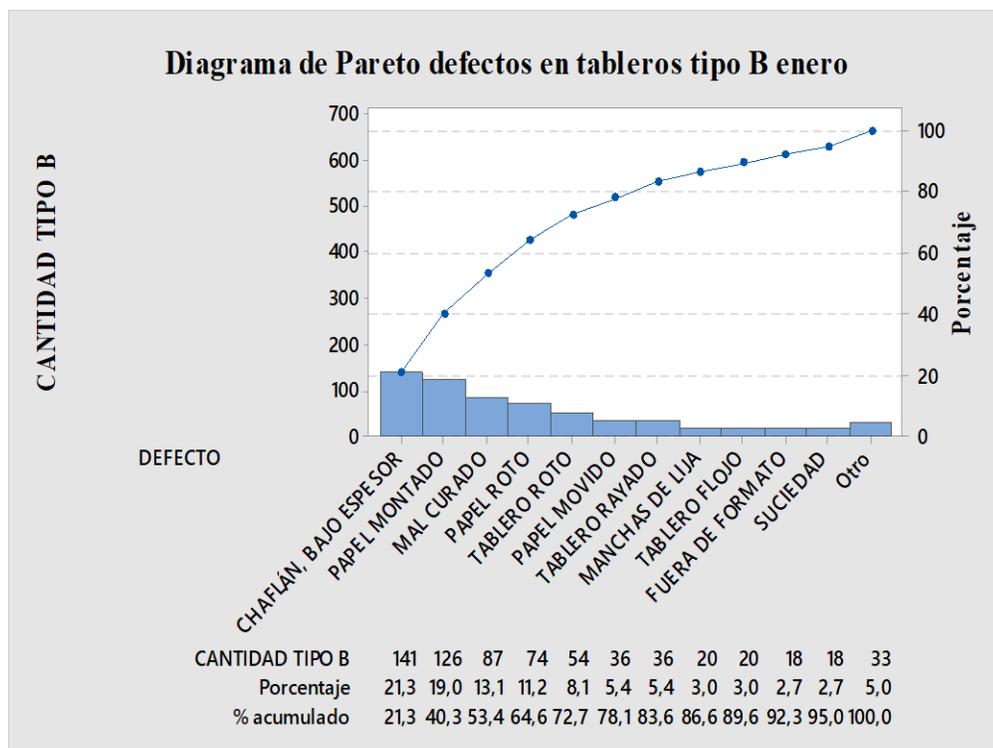


Figura 37: Diagrama de Pareto con defectos de tableros tipo B, lote enero.

El Pareto del mes Enero determina que los defectos más comunes son chaflan o bajo espesor, papel montado y mal curado, estos defectos acumulan el 37% del total de los tableros tipo B

4.6.3. Diagrama de Pareto para tableros con defecto mes enero

Tabla 16: Defectos de tableros tipo B, en el proceso productivo febrero

Defecto	Frecuencia	Porcentaje
Chaflán, bajo espesor	164	25,7%
Fuera de formato	18	2,8%
Mal curado	33	5,2%
Manchas de cola	139	21,8%

Defecto	Frecuencia	Porcentaje
Manchas de parafina	18	2,8%
Papel mojado	18	2,8%
Papel montado	90	14,1%
Papel movido	18	2,8%
Papel roto	18	2,8%
Papel sucio	36	5,6%
Suciedad	33	5,2%
Tablero flojo	18	2,8%
Tablero roto	18	2,8%
Tablero roto, uñas de montacargas	17	2,7%
Total	638	100,0%

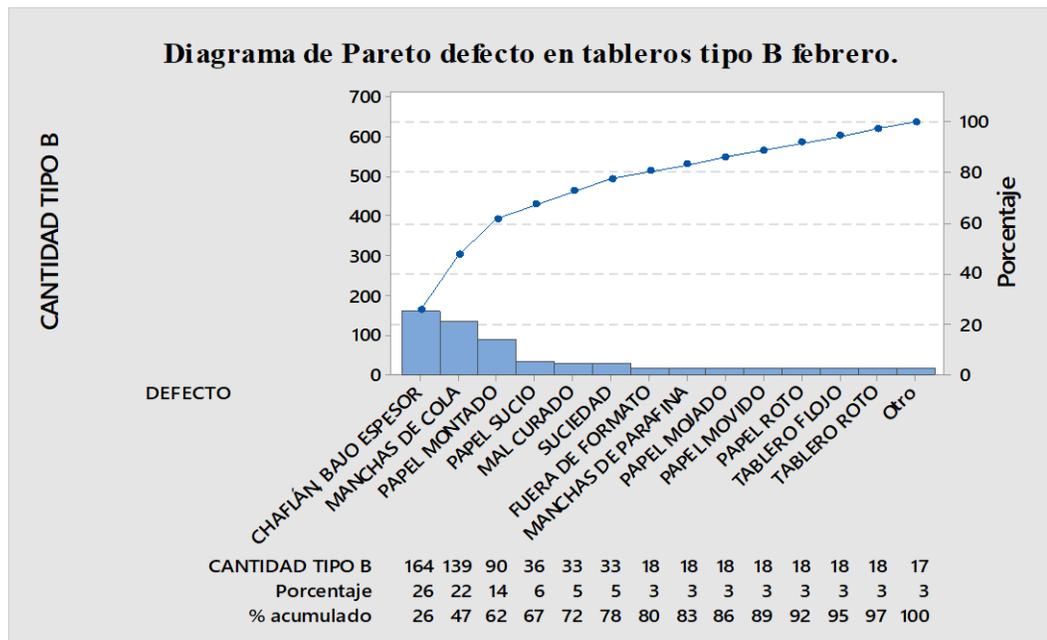


Figura 38: Diagrama de Pareto con defectos de tableros tipo B, mes Febrero

Al igual que el Pareto del mes de enero los defectos más comunes son chaflan o bajo espesor, papel montado y mal curado, estos defectos acumulan el 42% del total de tableros tipo B.

4.6.4. Cartas de control para atributos P mes enero

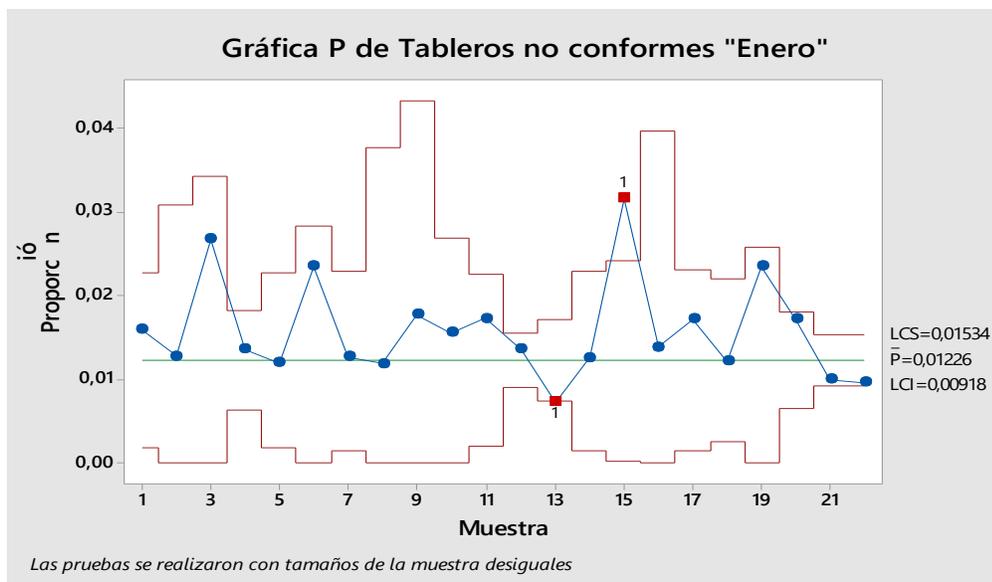


Figura 39: Gráfica P, número de tableros No conformes enero 2023.

La gráfica muestra puntos variando de manera aleatoria cerca de la línea central con un promedio de 1,5% de tableros defectuosos, dos proporciones de los subgrupos está fuera de los límites de control, el restante de los puntos está dentro de los límites de control y muestran un proceso aleatorio, el gráfico P evidencia que hay una falta de control en el proceso productivo por lo cual el proceso no está bajo control.

La presencia de problemas de calidad en la grafica es evidente en el proporción 15, revisado este grupo se determinó que varias pueden ser las causas de la no calidad: el papel meláminico de medidas no determinadas, papel meláminico de bajo gramaje, retazos de papel se adhieren a la superficie del tablero dañando el diseño del producto, esta clasificación de tablero obliga al proceso productivo a reponer el tablero al instante para completar el pedido del cliente, causando alargues en el tiempo de producción, reproceso, desperdicio y elevado costo.

4.6.5. Cartas de control para atributos P mes febrero

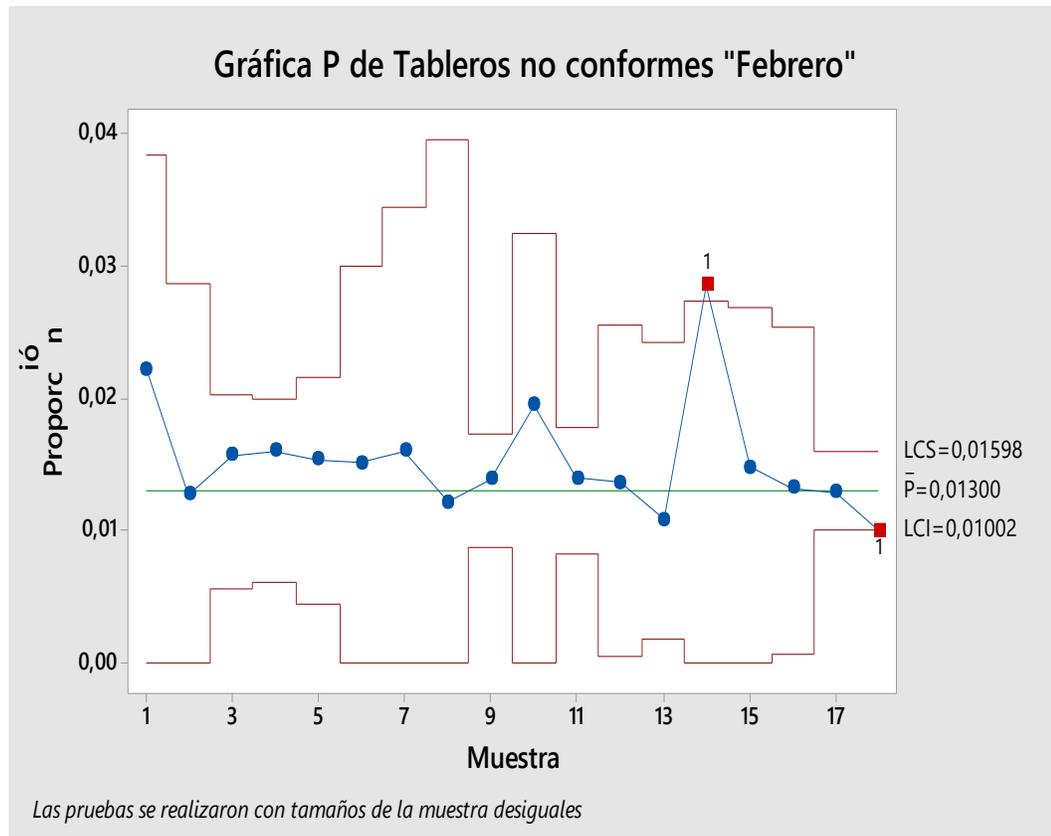


Figura 40: Gráfica P, número de tableros No conformes febrero 2023.

La gráfica muestra puntos variando de manera aleatoria cerca de la línea central con un promedio de 1,3% de tableros defectuosos, dos proporciones de los subgrupos está fuera de los límites de control, el restante de los puntos está dentro de los límites de control y muestran un proceso aleatorio, el gráfico P evidencia que hay una falta de control en el proceso productivo por lo cual el proceso no está bajo control.

La no calidad observada en esta figura corresponde al lote de producción con tableros proveniente del proceso lijado industrial con la nota: tableros con espesor 14,7mm en los contornos, el proceso de recubrimiento recubre este tipo de tableros con calidad no adecuada, generando tableros con esquinas ásperas o bajo espesor que es un defecto visual evidente, por la falta de color o papel en las superficies del tablero

4.6.6. Gráfica Np para atributos enero

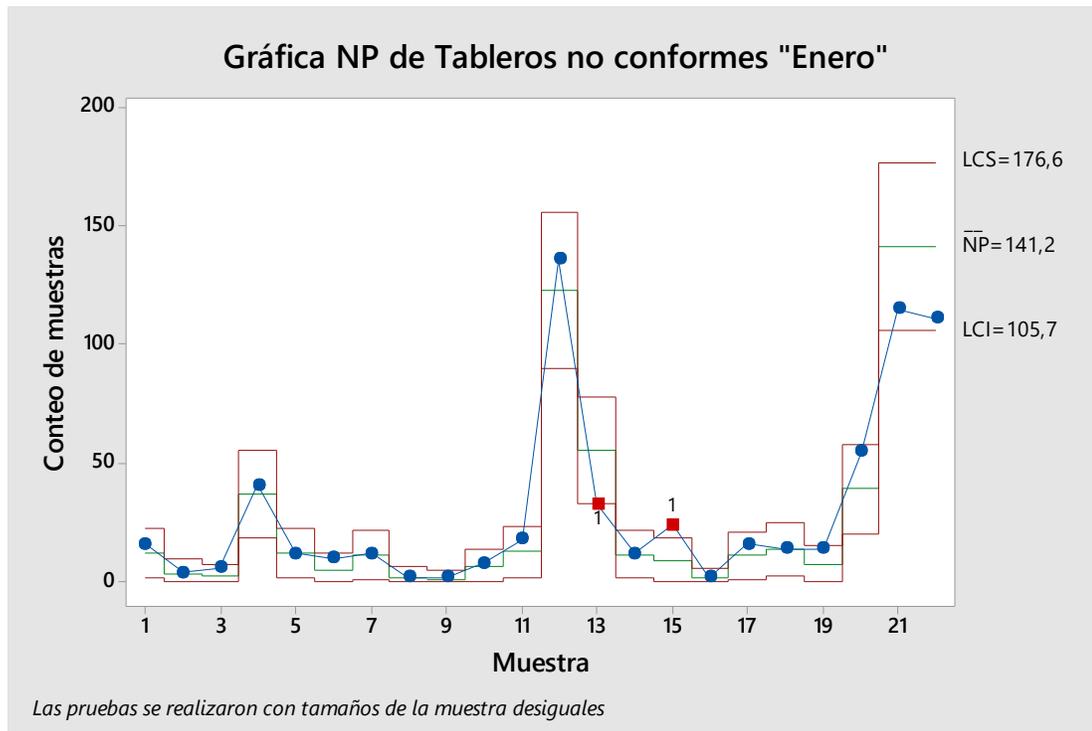


Figura 41: Grafica np, de tableros no conformes correspondiente a enero

De los 22 lotes de producción inspeccionados con muestras de diferentes tamaños se espera que el número de rechazos varíe de 105.7 y 176.6 con un promedio de 141.2, la gráfica refleja los límites de la realidad del proceso a como se muestrea, según (Pulido, 2009) la carta np monitorea el número de artículos no conformes de una muestra, en la carta np del mes enero se identifica que el proceso no funciona de forma estable, el número de piezas defectuosas de la muestra 13 es menor que el límite inferior, mientras que en la muestra 15 el número de defectuosos es mayor al límite superior, de aquí se concluye que durante la producción de la muestra 13 existió una causa que no es amigable con el proceso y genera tableros con defecto, y que en la muestra 15 hay una causa que mejora el proceso. Es aconsejable que la causa que ayuda a mejorar el proceso sea fomentada en la línea de producción.

4.6.7. Gráfica Np para atributos febrero

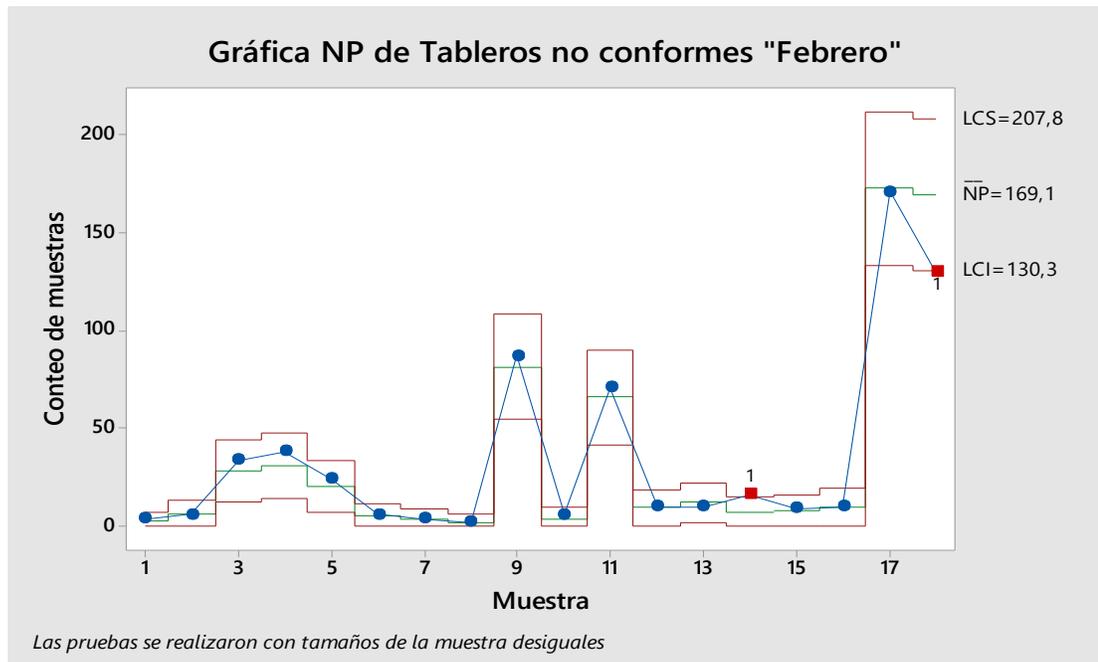


Figura 42: Gráfica np, de tableros no conformes correspondiente a febrero

De un total de 18 lotes de producción inspeccionados con muestras de diferentes tamaños se espera que el número de rechazos varíe de 130,3 y 207,8 con un promedio de 169,1; la gráfica refleja los límites de la realidad del proceso con los defectos muestreados, según (Pulido, 2009) la carta Np monitorea el número de artículos no conformes de una muestra, la interpretación indica que el proceso no funciona de forma estable, el número de piezas defectuosas del lote 14 es mayor que el límite superior, mientras que en el lote 18 el número de defectuosos es menor al límite inferior, de aquí se concluye que en la muestra 14 hay una causa que mejora el proceso y que durante la producción de la muestra 18 existió una causa que no es amigable con el proceso y genera tableros con defecto, es aconsejable que la causa que ayuda a mejorar el proceso sea fomentada en la línea de producción.

De acuerdo con el análisis de control estadístico para variables se determina que el proceso no está controlado de forma estadística, adicional a esto el análisis para atributos indica los principales defectos presentes en la producción de tableros recubiertos meláminicos,

con estos datos se analiza las diferentes causas potenciales que han generado los tableros tipo B, el paso siguiente fue plantear propuestas que ayuden a mejorar el proceso productivo, disminuir la variabilidad y mantener al proceso controlado estadísticamente, y se utilizó el análisis de causa raíz para defectos principales:

- Tableros con bajo espesor
- Tableros recubiertos con papel montado

4.7. Diagrama Ishikawa para identificación de causas que originan defectos en los tableros

- **Tableros recubiertos con bajo espesor**

Se realizó un diagrama de causa y efecto de los datos tomados como no conformes que engloban a los tableros tipo B y tableros de reclamo, se consiguió identificar y analizar las causas de los defectos presentes en los tableros

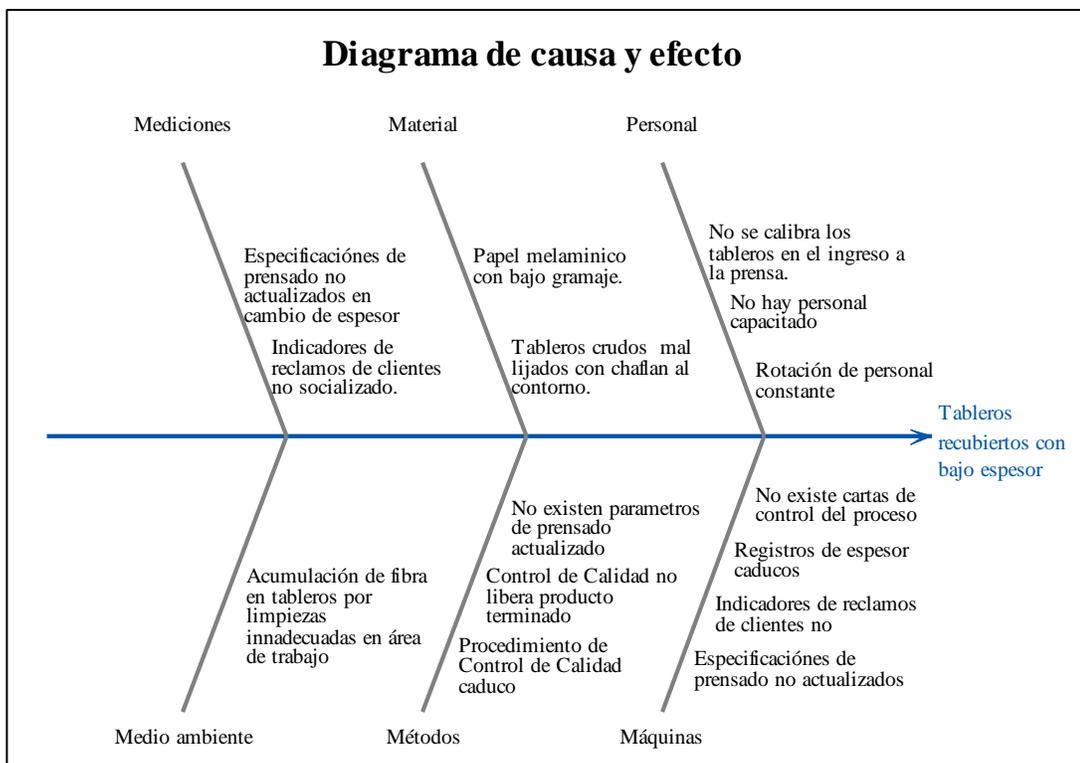


Figura 43: Diagrama Causa Efecto para tableros recubiertos con bajo espesor

En la producción de tableros recubiertos el defecto bajo espesor es ocasionado por varios factores los más importantes de acuerdo con el equipo de producción, calidad y mantenimiento se consideran:

- En el proceso existe personal nuevo sin experiencia y desconocimiento del proceso, además que después del ingreso al puesto de trabajo no ha sido capacitados debido a que las capacitaciones y adiestramientos se realizan 2 veces al año.

La capacitación en una industria se considera como una actividad clave de la mejora continua, la capacitación es primordial y con este procedimiento los trabajadores adquieren y mantienen conocimientos, habilidad y actitudes positivas para cumplir con los requisitos de cada organización. La presencia de personal nuevo genera costos elevados de producción por la disminución de la productividad, desconocimiento del proceso y errores de producción (Toledo, Lizarelli, & Santana, 2017).

- En el proceso existen procedimientos y especificaciones de prensado obsoletas que han sido olvidadas y no utilizadas durante el proceso de producción, cada operador de prensa ingresa parámetros diferentes durante su turno de trabajo generando variabilidad en el espesor del tablero.
- Control de calidad no libera ni determina parámetros para liberar el producto terminado, la cantidad de personas en el equipo de calidad es insuficiente y el proceso adopta las actividades de calidad como actividades de producción.
- Mantenimiento no ha definido un plan de manteamiento programado para la prensa ni ha generado la compra de repuestos, por presupuesto no asignado o por tareas pendientes en otras líneas de producción de la planta.
- Los tableros que ingresan al proceso como materia prima presentan mala calidad con chaflan, este defecto ha sido detectado y reportado al proceso proveedor de tableros adicional el papel meláminico tiene calidad no adecuada y bajo gramaje determinado en los ensayos de gramaje de papel.

De acuerdo con este análisis se planteó una matriz de criticidad para determinar cuáles son las acciones que ayudarán a mejorar y mantener un control del proceso productivo.

- **Tableros recubiertos con papel montado**

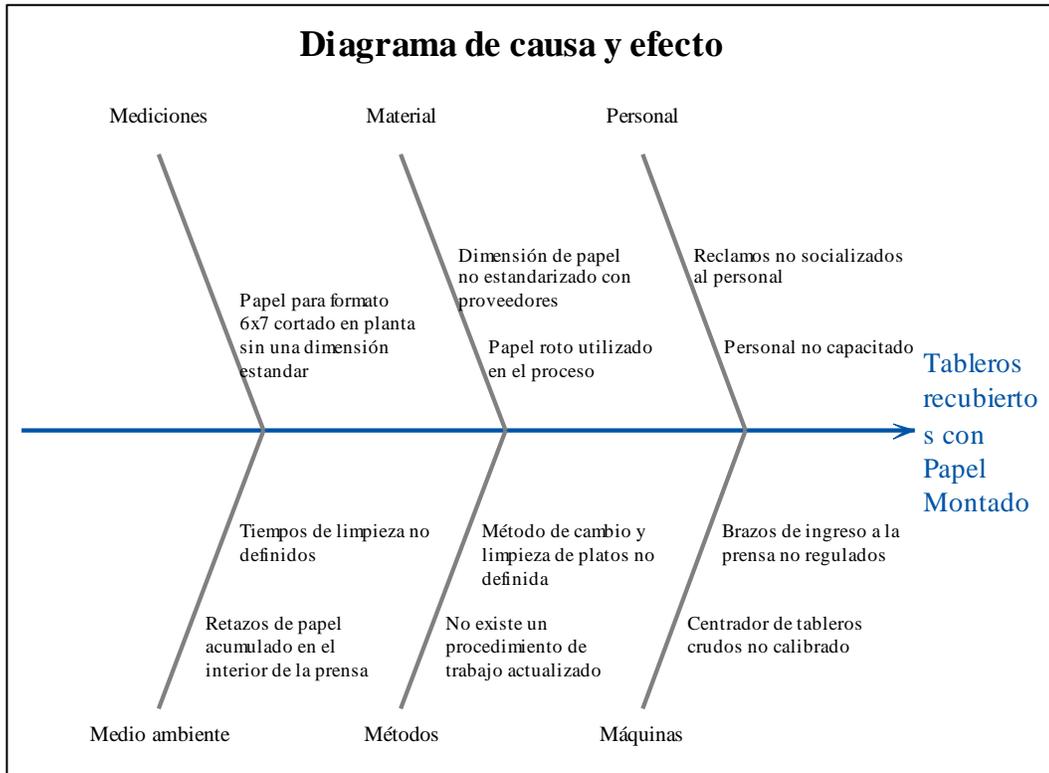


Figura 44 Diagrama Causa Efecto para tableros recubiertos con Papel Montado.

El análisis determina varias causas que generan tableros tipo B con el defecto de papel montado, las causas más evidentes son los retazos de papel que se mantienen dentro de la prensa el equipo de calidad, producción y mantenimiento discutió varias causas entre estas:

- El personal no conoce las especificaciones de prensado debido a la inexistencia de procedimientos de trabajo actualizados. En referencia al personal se identificó que el personal solo ha sido calificado y capacitado 2 veces al año en temas de calidad y metrología sin embargo no mantiene ningún tipo de capacitación actualizada referente a un procedimiento o instructivo de trabajo, parámetros e indicaciones para prensar tableros.
- En la prensa Wemhoner hay piezas que no han sido calibradas ni reguladas, por el personal de mantenimiento y no existe un plan de mantenimiento.

- Las dimensiones del papel meláminico considerado como clave en el proceso no han sido definidas al existir varios proveedores.
- En los cambios de platos se realizan limpiezas incorrectas, por desconocimiento de forma o manera de limpieza de platos al interior de la prensa.

De acuerdo con este análisis se planteó una matriz de criticidad para determinar cuáles son las acciones que ayudarán a mejorar y mantener un control del proceso productivo.

4.8. Matriz de criticidad y determinación del grado de importancia de las causas que generan defectos en los tableros

Determinadas las causas que generan tableros con bajo espesor y papel montado, aplicamos una matriz de criticidad para determinar el grado de importancia de las causas que generan desperfectos o defectos en tableros, aplicando los criterios de evaluación factibilidad, importancia, ambiente, seguridad, producción, costos, y objetivos estratégicos de la organización, determinamos las causas que más afectan al proceso productivo.

Tabla 17: Ponderación para matriz de criticidad

PONDERACIÓN	
ALTA	5
MEDIA	3-4
BAJA	1-2

Tabla 18: Ponderación para determinar actividades que afectan al proceso.

PONDERACIÓN PARA EJECUCIÓN	
INMEDIATA	35-27
NORMAL	27-16
NO URGENTE	4 15

Tabla 19: Matriz de criticidad para tableros recubiertos con bajo espesor.

ACTIVIDAD	FACTIBILIDAD	IMPORTANCIA	AMBIENTE	SEGURIDAD	PRODUCCIÓN	COSTOS	OBJETIVOS ESTRATEGICOS	TOTAL	EJECUCIÓN
MÉTODO									
Procedimiento de Control de Calidad caduco	4,75	5	1,25	4	4,75	5	4	28,75	INMEDIATA
Control de Calidad no libera producto terminado	4,75	3,25	3,75	3	5	4,5	4	28,25	INMEDIATA
No existen parámetros de prensado actualizado	4,25	5	1	4	4,5	4,5	4	27,25	INMEDIATA
MANO DE OBRA									
No se calibra los tableros en el ingreso a la prensa.	4	5	2,5	3,5	5	4	4	28	INMEDIATA
No hay personal capacitado	5	4	1,25	4	5	4	4	27,25	INMEDIATA
Rotación de personal constante	4	4	1,25	4	5	4	4	26,25	NORMAL
MÁQUINA									
Cepillos de limpieza desgastados al ingreso de tableros a la prensa	4,75	5	3	4,5	4,75	5	2	29,222	INMEDIATA
estática inhabilitada	4,75	5	2	4,5	4,75	4	3	28	INMEDIATA

Falta de actualización de software	4	5	3	4,5	4,75	4	3	28,25	INMEDIATA
MEDIDA									
Especificaciones de prensado no actualizados en cambio de espesor	5	5	4	1	3	4	4	26	NORMAL
Indicadores de reclamos de clientes no socializado.	2	4	1	2	5	2	4	20	NORMAL
Registros de espesor caducos	3	4	3	2	5	3	4	24	NORMAL
No existe cartas de control del proceso	5	4	2	4	5	4	4	28	INMEDIATA
MATERIAL									
Papel meláminico con bajo gramaje.	4,75	5	1,5	4	4,75	4	5	29	INMEDIATA
Tableros crudos mal lijados con chaflan al contorno.	4,75	5	1,5	4	4,75	3	5	28	INMEDIATA
MEDIO AMBIENTE									
Acumulación de fibra en tableros por limpiezas inadecuadas en área de trabajo	4	5	5	4	4	3	3	28	INMEDIATA

Tabla 20: Matriz de criticidad para tableros recubiertos con papel montado.

ACTIVIDAD	FACTIBILIDAD	IMPORTANCIA	AMBIENTE	SEGURIDAD	PRODUCCIÓN	COSTOS	OBJETIVOS ESTRATEGICOS	TOTAL	EJECUCIÓN
MÉTODO									
No existe un procedimiento de trabajo actualizado	4	5	3,5	4	4	4	3	27,5	INMEDIATA
Método de cambio y limpieza de platos no definida	3	4	4	4	4	3	3	25	NORMAL
MÁQUINA									
Centrador de tableros crudos no calibrado	3	4	5	5	5	2	4	28	INMEDIATA
Brazos de ingreso a la prensa no regulados	2	5	5	4	5	3	4	28	INMEDIATA
MANO DE OBRA									
Reclamos no socializados al personal	1	4	5	4	4	3	3	24	NORMAL
Personal no capacitado	2	4,5	5	4,5	5	3,5	3,5	28	INMEDIATA
MATERIA PRIMA									
Dimensión de papel no estandarizado con proveedores	5	5	5	4	4	3	3	29	INMEDIATA
Papel roto utilizado en el proceso	5	3	5	4	5	3	3	28	INMEDIATA
MEDIO AMBIENTE									

Retazos de papel acumulado en el interior de la prensa	4	5	5	4	4	3	3	28	INMEDIATA
Tiempos de limpieza no definidos	3	5	5	4	4	3	3	27	NORMAL
MEDIDA									
Papel para formato 6x7 cortado en planta sin una dimensión estándar	3	5	5	4	4	3	5	29	INMEDIATA

Se evaluó las causas de acuerdo con las ponderaciones establecidas por la organización y se halló como actividades inmediatas a ser ejecutadas a las con mayor puntaje y son estimadas como las ideales para disminuir los tableros tipo B o defectos durante el proceso productivo.

Las causas evaluadas para los defectos analizados presentaron similitud y en algunos casos repetitividad, entre las principales citamos el no declarar o mantener actualizado los procedimientos ni especificaciones de prensado ha causado que el proceso genere tableros con calidad ineducada, y reproceso. El área de mantenimiento no ha efectuado ni elaborado un plan de mantenimiento que mitigue los requerimientos del equipo de producción generando un costo elevado de producción por paros inesperados y tableros defectuosos. La calidad inadecuada del tablero incrementa las reclamaciones por defectos evidentes. Para evitar los 2 defectos en identificados, se realiza una propuesta de mejora que abarque a todas las causas evaluadas en la matriz de criticidad.

4.9. Propuestas para mejorar el proceso

De acuerdo con el resultado y puntaje por actividad obtenida con la metodología matriz de criticidad, se aplica la herramienta 5W2H para elaborar un plan de acción de forma estructurada y manteniendo los elementos esenciales que debe tener toda planificación.

Tabla 21: Actividades planteadas como propuesta de mejora para el proceso productivo

Planificación 5W2H							
Fecha de creación del plan:	6/4/2023	Fecha real de finalización del plan:	7/12/2023	Procesos involucrados:	Control de calidad Recubrimiento Mantenimiento eléctrico y mecánico	Responsable general:	Coordinador de GXP
QUÉ	CÓMO	QUIÉN	CUÁNDO		POR QUÉ	CUÁNTO	% DE CUMPLIMIENTO
			INICIO	FIN			
Actualizar el procedimiento de control de calidad.	Levantamiento y elaboración del procedimiento de control de calidad.	Jefe de control de calidad	6/4/2023	18/8/2023	Procedimiento de control de calidad es caduco	\$130,00	No aplica
Determinar la forma de muestreo y liberación de producto terminado	Elaborar un instructivo de trabajo para realizar muestreo por lote de producción y liberación de producto terminado	Jefe de control de calidad	6/4/2023	18/8/2023	Control de Calidad no libera producto terminado	\$120,00	No aplica

QUÉ	CÓMO	QUIÉN	CUÁNDO		POR QUÉ	CUÁNTO	% DE CUMPLIMIENTO
			INICIO	FIN			
Actualizar el procedimiento para recubrimiento de tableros y parámetros de prensado	Actualización de los procesos de producción	Jefe de recubrimiento	6/4/2023	18/5/2023	Procedimiento de producción no actualizado	\$150,00	$PO = \frac{PR_{actualizados}}{PR_{propuestos}}$
	Actualización y pruebas de parámetros de prensado para nuevas texturas de platos.	Jefe de recubrimiento	6/4/2023	18/5/2023	No existen parámetros de prensado actualizado	\$190,00	
Capacitar al personal para actividades de producción.	Socialización de métodos de trabajo actualizados	Jefe de recubrimiento	18/5/2023	18/6/2023	No hay personal capacitado	\$129.254,40	$CA = \frac{CA_{Ejecutadas}}{CA_{propuestos}}$
	Entrenamiento al personal para actividades de producción y forma correcta para manipulación de papel meláminico	Jefe de recubrimiento	18/5/2023	18/7/2023	No hay personal capacitado	\$63.360,00	
Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo mecánico y eléctrico	Cotizar actualización de software	Jefe de mantenimiento eléctrico	6/6/2023	18/12/2023	1. Cepillos de limpieza desgastados al ingreso de tableros a la prensa 2. Estática inhabilitada 3. Centrador de tableros crudos no calibrado 4. Brazos de ingreso a la prensa no regulados	\$6.500,00	$HP = \frac{Mant_{correctivos}}{Mant_{programados}}$
	Calibración, regulación y puesta a punto de accesorios de la prensa.	Jefe de mantenimiento mecánico	6/5/2023	18/5/2023			
	Cambio o mantenimiento de estática inhabilitada	Jefe de mantenimiento eléctrico	6/5/2023	18/5/2023			

QUÉ	CÓMO	QUIÉN	CUÁNDO		POR QUÉ	CUÁNTO	INDICADOR
			INICIO	FIN			
Elaboración de cartas de control estadístico	Diseño de cartas de control estadístico para tableros recubiertos.	Jefe de control de calidad	6/6/2023	18/7/2023	No existe cartas de control del proceso	\$50,00	No aplica
Determinar las características ideales de papel meláminico (gramaje y medida)	Análisis de gramaje de papel en planta	Jefe de recubrimiento	6/5/2023	18/7/2023	Papel meláminico con bajo gramaje.	\$400,00	$GP = \frac{\# \text{ Colores analizados}}{\# \text{ colores total comprados}}$
	Determinar las medidas de papel meláminico para formato 6x7 en el método de trabajo actualizado	Jefe de recubrimiento	6/6/2023	18/6/2023	Papel para formato 6x7 cortado en planta sin una dimensión estándar	\$80,00	$RP = \frac{\# \text{ Reuniones ejecutadas}}{\# \text{ colores total comprados}}$
Solicitar al proceso de lijado industrial (proveedor interno) tableros de calidad y sin defectos en la superficie	Clasificación de tableros con defecto	Departamento de lijado industrial y clasificación	6/6/2023	18/12/2023	Tableros crudos mal lijados con chaflan al contorno.	\$4.600,00	$CT = \frac{\# \text{ de tableros con defecto}}{\# \text{ tableros total producidos}}$

QUÉ	CÓMO	QUIÉN	INICIO	FIN	POR QUÉ	CUÁNTO	INDICADOR
Incluir la forma de limpieza del área de trabajo y horarios en método de producción.	Realizar pruebas de limpieza con aire comprimido y horario de limpiezas.	Jefe de recubrimiento	6/6/2023	18/7/2023	Acumulación de fibra en tableros por limpiezas inadecuadas en área de trabajo	\$60,00	$IE = \frac{\text{Informes elaboradas}}{\text{Informes propuestos anual}}$
	Diseño y montaje de flauta con aire comprimido para limpieza de platos en el interior de la prensa.	Jefe de recubrimiento	6/6/2023	18/7/2023	Retazos de papel acumulado en el interior de la prensa	\$3.000,00	$COT = \frac{\text{Ordenes de trabajo terminadas}}{\text{Ordenes de trabajo levantadas}}$

Las actividades llevadas a cabo dentro de la propuesta son las siguientes:

1. Se ha determinado el método de muestreo por lote de producción para variables y para atributos.
2. Se ha redactado el método de trabajo para recubrir tableros meláminicos en la prensa Wemhoner, Anexo 12 Propuesta de instructivo para producción y caracterizar al proceso en el Anexo 14: Caracterización del proceso.
3. Se han determinado los parámetros, como tiempo temperatura y presión para la producción de tableros recubiertos. Anexo 15: Especificaciones para producir tableros recubiertos
4. Se han realizado pruebas y ensayos para determinar el gramaje del papel existente en planta y detallado las necesidades del área de producción. Anexo 17: Definición de gramaje de papel y medida estándar.
5. Diseñar y montar dos flautas con aire comprimido para limpieza interna de platos, en cada salida de tablero de la prensa Wemhoner. Anexo 18: Plano de diseño de flauta de aire para interior de prensa Wemhoner
6. Diseño de cartas de control Anexo 19 Diseño de carta de control para variables.

4.10. Análisis costo beneficio del proyecto

El análisis del costo del proyecto considera como el costo de las devoluciones y tableros tipo B generados en el proceso del año 2022, se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- El costo anual de tableros no conformes o tipo B generados durante el proceso productivo, el costo de mano de obra generada por horas extras en el proceso, y el costo de la materia prima utilizada en el proceso correspondiente al papel meláminico.

Tabla 22: Costo anual de tableros tipo B o con defectos

Detalle	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
Tableros crudos	6360	22	139920
Mano de obra (horas extras)	2,00	5280,00	10560,00
Costo de materia prima	12720,00	6,60	83952,00
TOTAL			234432,00

- El costo generado por tableros que han sido entregados al cliente final y presenta defectos en la superficie, considerados como reclamaciones de clientes, y se considera el costo del tablero recubierto, el costo de material de embalaje empleado y el costo logístico empleado durante en transporte del tablero a planta.

Tabla 23: Costo por reclamaciones

Detalle	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
Tableros regresan a planta por reclamación	1131	42	47502
Costo logístico + Embalaje	1131	0,13	150,3715909
TOTAL			47652,37

De acuerdo con esto el costo total por los problemas de tableros con defectos o tipo B y reclamaciones es 282084, que son rubros que corresponden a la logística empleada para el transporte de tableros reclamados desde la localidad del cliente hasta la planta de producción, el costo empleado en la revisión y clasificación para determinar el destino de estos tableros.

Los tableros tipo b generan un costo de \$234432, que incluye la materia prima, el costo de mano de obra empleada para la producción y el reproceso de los tableros con defecto.

Tabla 24: Costo total por reclamaciones y tableros tipo B

Detalle	Costo total \$
Costo de tableros tipo B	47.652,4
Costo de reclamaciones	234.432,0
TOTAL	\$ 282.084,4

4.10.1. Cálculo de la inversión inicial

La tabla siguiente muestra los gastos iniciales necesarios para desarrollar la propuesta plantada en el proyecto

Tabla 25: Cálculo de la inversión inicial.

Concepto	Descripción	Cantidad	Valor unitario \$	Total \$
Actualización de procedimientos de calidad y producción	Reuniones, recolección de datos y redacción de procedimientos/métodos. (horas de trabajo)	5	118	590
Capacitación al personal (anual)	Taller personal operativo 36 personas, 4 horas cada turno, 4 capacitaciones (horas)	576	224,4	129254,4
Clasificación de tableros (anual)	Ayudantes 20 personas, 8 horas, 5 días.	800	79,2	63360
Mantenimiento Preventivo	Recolección de datos Compra de repuestos Paros por mantenimiento	1	6500	6500
Pruebas de papel	Pruebas de papel 2 hoja por color, 48 colores en planta y dimensionamiento para formato 6x7	96	5	480
Diseño y montaje de flautas	Diseño de flauta Compra de materiales Fabricación del diseño Montaje	4	750	3000
Clasificación de tableros (lijado industrial)	Costo de producción lijado industrial.	2700	1,70	4600
TOTAL				207894,4

4.10.2. Cálculo del flujo neto de efectivo

En este cálculo tomaremos a la inversión inicial como egresos y a los gastos generados por reclamaciones y tableros con defectos o tipo B, multiplicados por el 50% que considero se reducirán los defectos y reclamos.

Tabla 26: Cálculo del flujo neto de efectivo

Año	Ahorro \$	Egreso \$	Flujo neto de efectivo \$
0		207894,4	
1	141042,19	26631,2	167673,39
2	155146,40	26631,2	181777,60
3	169250,62	26631,2	195881,82
4	183354,84	26631,2	209986,04
5	197459,06	26631,2	224090,26

Con el valor del flujo neto de efectivo calcularemos el VAN, TIR, el tiempo de recuperación de la inversión y el costo- beneficio de la propuesta del proyecto.

4.10.3. Cálculo del VAN

Si el valor calculado para el VAN es mayor a cero el proyecto debe aceptarse, el cálculo se realiza con una tasa de descuento del 15% que es el costo del interés del dinero prestado por las instituciones financieras en Ecuador.

Tabla 27: Cálculo del VAN

Año	Flujo de caja \$	VAN \$
0	-207894,4	1
1	167673,39	\$-62.091,46
2	181777,60	\$75.358,53
3	195881,82	\$204.154,01
4	209986,04	\$324.214,21
5	224090,26	\$435.626,67

El proyecto indica un valor actual neto de \$ 435626,76 siendo mayor a cero y concluimos que este es un proyecto viable.

4.10.4. Cálculo del TIR

Si el valor del TIR es mayor que el valor de la tasa de interés generada por el Banco central 15%, se considera una inversión o proyecto viable.

Tabla 28: Calculo del TIR

Año	Flujo de caja	TIR
0	-207894,4	1
1	167673,39	-19%
2	181777,60	42%
3	195881,82	67%
4	209986,04	78%
5	224090,26	83%

El proyecto generaría una tasa de rendimiento del 83%, es mayor que el 15% que es la tasa activa, y el proyecto es viable.

4.10.5. Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión

Tabla 29: Caculo del tiempo de recuperación de la inversión.

Año	Flujo neto de efectivo\$	Flujo neto de efectivo acumulado \$
0	-207894,40	
1	167673,39	167673,39
2	181777,60	349450,99
3	195881,82	545332,81
4	209986,04	755318,85
5	224090,26	979409,11

$$TRI = a + \frac{b - c}{d}$$

$$TRI = 1 + \frac{207894,40 - 167673,39}{181777,60}$$

$$TRI = 1 \text{ año, } 2 \text{ meses}$$

Una vez terminada la implementación de la propuesta la compañía tardara 1 año y 2 meses en recuperar la totalidad de la inversión.

4.10.6. Cálculo del costo beneficio

Con la suma de ingresos aplicada la tasa de descuento dividido para la suma de los egresos aplicada la tasa de descuento sumada con la inversión inicial.

Tabla 30: Cálculo de coto-beneficio

Detalle	Valor \$
Suma de Ingresos	\$554.249,16
Suma de egresos	\$133.156,00
Inversión + suma de ingresos	\$341.050,40
Costo Beneficio	1,63

El resultado es 1,63 e interpreta que por cada dólar invertido en el proyecto la organización ganará 0,63, y si la relación costo beneficio es mayor a uno significa que es un proyecto viable.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

5.1. Conclusiones

Realizado el control estadístico del proceso de recubrimiento de tableros meláminico se concluye que el 52% de la producción total corresponde a tableros producidos por reclamaciones y por reposiciones de tableros tipo B.

El análisis estadístico aplicado al recubrimiento de tableros determino que es un proceso que presenta variabilidad $C_p=1,05$, menor a 1,33, que indica que el proceso es parcialmente adecuado y requiere de un control estadístico de calidad, adicional el análisis por atributos indica que la producción está fuera de los límites de control.

Es importante ejecutar un control estadístico en el proceso de recubrimiento de tableros, estandarizar al proceso con procedimientos y especificaciones de trabajo documentadas, calificar a los operarios que realizan el muestreo todo esto para evitar productos inconformes que actualmente son detectados solo por la experticia y criterio de los operarios.

De acuerdo con la expectativa de reducir el 50% de reclamaciones y reprocesos se estima tener una inversión inicial de \$207894,4, una vez implementada la propuesta en un mes se genera un ahorro de \$141042, y de acuerdo con el cálculo de la recuperación de la inversión se conoce que al primer año y dos meses de ejecutado el proyecto la inversión es recuperada y después de este tiempo por cada dólar invertido la organización ganará \$0,63, por lo que el proyecto se considera como viable.

5.2.Recomendaciones

Se recomienda al proceso de Recubriendo de Aglomerados Cotopaxi la implementación de la propuesta de mejora que se redacta en este proyecto, para obtener una mejor calidad en el proceso productivo, evitar los reprocesos y desperdicios además de obtener ganancias económicas para la organización.

De acuerdo con las causas que generan los tableros tipo B, se recomienda llevar cartas de control estadístico, realizar muestreos por lote de producción, y documentar los resultados para monitorear continuamente al proceso.

Capacitar al personal nuevo y de planta, mediante un plan de capacitación anual o mensual que ayude a disminuir el desconocimiento de parámetros, actividades rutinarias en el proceso.

Se recomienda actualizar los cambios de parámetros y especificaciones por incremento de nuevas texturas y utilización de papel meláminico de proveedores nuevos, para cumplir con los objetivos estratégicos de la organización y los indicadores del proceso.

Se aconseja abordar un análisis similar en la línea de lijado industrial por ser el único proveedor de materia prima (tableros crudos) para el proceso de recubrimiento, que en el presente estudio no se aborda por estar fuera del alcance, con la finalidad de reducir en mayor cantidad los tableros que llegan al proceso con bajo espesor o defectos y son causantes de tableros con defecto.

Se recomienda determinar propiedades requisitos de gramaje y dimensiones para el papel meláminico previo a la adquisición de nuevos proveedores, además de analizar y realizar pruebas de calidad al papel que llega a bodega antes de utilizar en el proceso productivo

5.3. Bibliografía

1. Albliwi, S., Antony, J., & Lim, S. (2015). A systematic review of lean six sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*, 21(3), 665-691. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2014-0019>
2. Alipour, E. (2019). Process Mapping, first step towards business excellence. Boras. de <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1372777/FULLTEXT01.pdf>
3. Anicic, D., & Anicic, J. (2019). COST MANAGEMENT CONCEPT AND PROJECT EVALUATION METHODS. *Journal of Process Management – New Technologies, International*, 7(2). <https://doi.org/10.5937/jouproman7-21143>
4. Aslam, M., Saghir, A., & Ahmad, L. (2021). Introduction to Statistical Process Control. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119528425>
5. Bottania, E., Montanaria, R., Volpia, A., Tebaldia, L., & Mariaa, G. D. (2021). Statistical Process Control of assembly lines in a manufacturing Process Capability assessment. *International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing*, 180, 1024–1033. <https://www.researchgate.net/publication/349489042>
6. Burgasí, D., Cobo, D., Pérez, K., & Pilacuan, R. (2021). EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS. *Revista electrónica TAMBARA*, 14(84), 1212-1230. https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf
7. Cui, L. (2020). A Study on Statistical Process Control (SPC) in Pharmaceutical Contract Manufacturing: Potential Determinants of SPC Implementation Success. Massey University, Palmerston North, Manawatu, New Zealand.

<https://mro.massey.ac.nz/bitstream/handle/10179/15822/CuiMQSThesis.pdf?sequence=1>

8. Dyah, A., & Joko, A. (2020). Analysis of quality control of chippendale furniture. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 982. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/982/1/012052/pdf>
9. Fuentes, M., & Yohannessen, K. (2019). CÓMO LEER Y GENERAR PUBLICACIONES CIENTÍFICAS Exploración gráfica de datos cuantitativos: La importancia de mirar la información. *Neumología Pediátrica*, 14(4), 194-199. https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Fuentes-Alburquenque/publication/338174567_COMO_LEER_Y_GENERAR_PUBLICACIONES_CIENTIFICAS_EXPLORACION_GRAFICA_DE_DATOS_CUANTITATIVOS_LA_IMPORTANCIA_DE_MIRAR_LA_INFORMACION/links/5eb1a8ee299bf18b95998781/COMO-LE
10. Gormen, M. (2022). Statistical Process Control (SPC) under the Quality Approach of Just In Time (JIT). *JOURNAL OF BUSINESS RESEARCH-TURK*, 14(1), 646-670. <https://doi.org/10.20491/isarder.2022.1402>
11. Harta, P., Sukarsa, M., & Agung, G. (2021). Reengineering of Manufacturing Business Process Utilising the Manufacturing Module of anERP Application. *JURNAL ILMIAH MERPATI*, 9(3). <https://ojs.unud.ac.id/index.php/merpati/article/view/71796/41807>
12. Hessian, T. (2020). X Bar R Control Charts. <https://sixsigmastudyguide.com/x-bar-r-control-charts/>
13. Jamadar, S. (2020). Statistical Process Control. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. <https://www.ijert.org/research/statistical-process-control-IJERTCONV8IS15022.pdf>
14. Jardzioch, A., Marczak, W., & Krebs, I. (2018). THE IMPROVEMENT OF MANUFACTURING PROCESS THROUGH THE USE OF STATISTICAL PROCESS CONTROL. *Journal of Machine Construction and Maintenance* |, 105–111.

15. Khawarita, S., & Elvira, A. (2020). Quality control analysis to reduce defect product and increase production speed using lean six sigma method. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 1-11. doi:10.1088/1757-899X/801/1/012104
16. Knop, K. (2021). Managing and Improving the Drilling Process of Woodwork Furniture with the Use of SPC Tools. *Manufacturing Technology*, 21(4), 492-501. doi:10.21062/mft.2021.056
17. Madanhire, I., & Mbohwa, C. (2017). Application of Statistical Process Control (SPC) in Manufacturing Industry in a Developing Country. *Procedia CIRP*, 40, 580 – 583. <https://www.researchgate.net/publication/295243492>
18. Miché, L. (2019). An Implementation Framework for Statistical Process Control in Small to Medium-sized Enterprises: A South African Context. Stellenbosch University. <https://scholar.sun.ac.za>
19. Pedrero, A., Garnica, A., & Garnica, A. (2022). Decisiones gerenciales bajo el Principio de Pareto. *Ciencia Administrativa*, 1, 14-22. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2022/10/02CA2022-1.pdf>
20. Pulido, H. G. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
21. Savsar, M., & Alotaibi, H. (2020). A Quality Control Application in a Furniture Company. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. <https://www.ieomsociety.org/ieom2020/papers/337.pdf>
22. Soler, F., Gisber, V., Pérez, A., & Perez, E. (2020). CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA 2020. *Ingeniería y Tecnología*. <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2020.65>
23. Sweis, R., Ismaeil, A., Obeidat, B., & Kareem, R. (2019). Reviewing the Literature on Total Quality Management and Organizational. *Journal of Business & Management (COES&RJ-JBM)*. <https://centrefexcellence.net/J/JBM/pdfs/jbm.2019.7.3.192.215.pdf>

24. Tambare, P., Meshram, C., Lee, C., Ramteke, R., & Lucky, A. (2022). Performance Measurement System and Quality Management in Data-Driven Industry 4.0: A Review. *Sensors (Basel)*, 22(1). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8749653/>
25. Toledo, J., Lizarelli, F., & Santana, M. (2017). Success factors in the implementation of statistical process control: action research in a chemical plant. *Production*, 27(0), 1–14. <https://www.scielo.br/j/prod/a/75rF7VMXFGyZGJtLqHyKY3C/?lang=en>
26. Tseng, C., Chiou, K., & Chen, K. (2022). Estimation of the Six Sigma Quality Index. *Mathematics* 2022, , 10(3458). <https://doi.org/10.3390/math10193458>
27. Véliz, M., González, Y., & Martínez, Y. (2019). Evaluación técnica y económica del proyecto de obtención de aceites esenciales. *RTQ*, 39(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852019000100207&script=sci_arttext&tlng=en
28. Wang, C., & Chang, Y. (2023). Dynamic Acceptance Sampling Strategy Based on Product Quality Performance Using Examples from IC Test Factory. *Mathematics* , 11, 1-16. <https://doi.org/10.3390/math11132872>
29. Westgard, J., & Westgard, S. (2016). Quality control review: implementing a scientifically based quality control system. *Annals of Clinical Biochemistry: International Journal of Laboratory Medicine*, 53(1). <https://doi.org/10.1177/0004563215597248>
30. Wilmer, C., & Francis, G. (2021). ANÁLISIS DE CRITICIDAD DEL EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL DE LA LÍNEA DE BOVINOS DE UN CENTRO DE FAENAMIENTO. *Revista Científica “INGENIAR”: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(8), 49-58. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespsep.0029>
31. Yan, R., & Zhang, Y. (2022). The Introduction of NPV and IRR. *Proceedings of the 2022 7th International Conference on Financial Innovation and Economic Development*(211), 1472-1483.

32. Zan, T., Liu, Z., Su, Z., Chen, M. W., & Gao, X. (2020). Statistical Process Control with Intelligence Based on the Deep Learning Model. *Appl. Sci.*, 10(1), 1-9. <https://doi.org/10.3390/app10010308>
33. Zemgulienė, J., & Valukonis, M. (2018). Structured literature review on business process performance analysis and evaluation. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 226-252. <https://hal.science/hal-02121157/document>
34. Zurita, M. (2018). Aplicación del control estadístico de procesos y diseño de experimentos para identificar condiciones óptimas de operación del proceso productivo de tableros contrachapados en la empresa Arboriente S.A. de la ciudad de Puyo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9796>

5.4.Anexos

Anexo 1: Áreas bajo la curva normal

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9278	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

Anexo 2: Norma DIN EN14322 y MILITARY ESTÁNDAR 414

NORMA DEUTSCHE		junio de 2004
	DIN EN 14322	ESTRUEANDO
ICS 79.060.20	<i>Ernesto Jiménez</i> Supersedes DIN 68751 y DIN 68765, ediciones de noviembre de 1987.	
<p>Paneles a base de madera Tableros melamínicos para uso interior Definición, requisitos y clasificación Versión en inglés de DIN EN 14322</p>		
Holzwerkstoffe - Melaminbeschichtete Platten zur Verwendung im Innenbereich - Definition, Anforderungen und Klassifizierung		
La Norma Europea EN 14322: 2004 tiene el estatus de Norma DIN.		
Se utiliza una coma como marcador decimal.		
prólogo nacional		
Esta norma ha sido preparada por CEN/TC 112 'Paneles a base de madera' (Secretaría: Alemania). El organismo alemán responsable involucrado en su preparación fue el Normenausschuss Holzwirtschaft und Möbel (Comité de Normas de Madera y Muebles), Comité Técnico Beschichtete Holzwerkstoffe.		
Enmiendas		
DIN 68751 y DIN 68765, ediciones de noviembre de 1987, han sido reemplazadas por las especificaciones de EN 14322.		
Ediciones anteriores		
DIN 68751: 1964-07, 1969-07, 1974-03, 1987-11, DIN 68765: 1973-09, 1976-03, 1981-08, 1987-11.		
El documento consta de 9 páginas.		
<small>© Ninguna parte de esta norma puede reproducirse sin el permiso previo de DIN. Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Alemania. Todos los derechos reservados de esta norma estándar de norma DIN Normen.</small>		
<small>inglés grupo de presión 14322</small>		

Anexo 5: Hoja de vida y calibración de patrón





Cert. #460881

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN / CALIBRATION CERTIFICATE

INN VATEC S.A. LTDA		Certificado No. (Certificate #): 20479	
General José María Guerrero N59-170 y Arteses del Herrero		Fecha de Recepción (Reception Date): 2021-10-29	
Quito, Ecuador		Fecha de Calibración (Calibration Date): 2021-10-29	
(+593) 02 6040 607		Próxima Fecha de Calibración (Calibration Due): 2024-10	
innvatec@innvatec.com.ec		Fecha de Emisión (Emission Date): 2021-10-29	

Cliente (Client):	AGLUMERADOS COTOPAXI S.A.		
Dirección (Address):	Panamericana Norte Km. 21, QUITO, PICHINCHA		

Información del Instrumento (Instrument information)					
Equipo (Instrument):	Probeta	Intervalo de Medición (Range):	1000 ml	Material (Material):	Vidrio boro-silicato
Marca (Brand):	Glassco	División de escala (Scale Division):	10 ml	Ubicación (User):	Laboratorio
Modelo (Model):	*****				
Serie (Serial):	*****				
Código (Code):	PATRON PROC	Lugar de Calibración (Place of Calibration):	Lab. INN VATEC / INN VATEC's Lab.		

Datos de Calibración (Calibration Info)		Condiciones Ambientales (Environmental Conditions)	
Procedimiento (Procedure):	INN-PC-30	Temperatura (Temp):	(20.9 °C a 20.9 °C)
		Humedad (Humidity):	(58.4 %HR a 59.9 %HR)

Trazabilidad (Traceability)				
Patrón (Standard)	Marca (Brand)	Cert. #	Última Calibración (Last Cal.)	Periodo (Period)
Balanza	Adam	10477	2020-10-18	-

Resultados (Results)				
USP (UMT)	Patrón (Standard)	Error (Error)	Incertidumbre (Uncertainty)	
ml	ml	±	ml	
100	101.0740	-1.0740	± 0.45 ml	
500	503.6390	-0.6390	± 0.63 ml	
1000	999.1530	0.8470	± 0.45 ml	
-	-	-	-	
-	-	-	-	
-	-	-	-	

El presente Certificado de Calibración posee la trazabilidad en peso/masa hacia el Patrón Nacional, a través de la realización de la unidad de medida en el NPL, NIST, o otro laboratorio Nacional reconocido al Sistema Internacional de Medidas. La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de Laboratorio conforme a la Norma ISO/IEC 17025:2017. Los resultados y su incertidumbre reportada con un nivel de confianza de K=2, 95% son relacionados a este instrumento y en el tiempo que se realizó la medición. Este Laboratorio no se responsabiliza de los errores que pueda ocasionar el uso inadecuado de instrumentos calibrados. La reproducción parcial es prohibida, la reproducción total deberá hacerse con la autorización escrita proveída por INN VATEC Industrial Solutions. This Certificate of Calibration provides traceability of measurement to the National Standard, through units of measurement realized at the NPL, NIST, or other recognized National Standard Laboratories to the International System of Units. The calibration was performed under a Laboratory Management System in accordance with the ISO/IEC 17025:2017 Standard. The results and the reported uncertainty at a confidence level of K=2, 95% are related only to this instrument and at the time of measurement. This Laboratory is not responsible for any damages that may result from improper use of the calibrated instrument. Partial reproduction is prohibited, the total reproduction must have an approval/written authorization by INN VATEC Industrial Solutions.

Comentarios (Comments):	Ninguno		
Calibrado por (Calibrated by):	Ing. Mateo Berquez	Aprobado por (Approved by):	

Fin de Certificado (End of Certificate)

Anexo 6: Evidencia de medición de espesor en producto terminado.

RE-0308
Versión N° 04
Pag. 1 de 1

Control de Calidad de Recubrimiento. Prensa Stempelkamp

FECHA: AÑO MES DIA
2023 04 06

TURNO: III Tarde

OPERADOR: C.T

PRODUCTO	ESPESOR (mm)	COLOR	CLIENTE	ANCHO			LARGO				POROSIDAD	
				Esesor 1 (mm)	Esesor 2 (mm)	Esesor 3 (mm)	Esesor 1 (mm)	Esesor 2 (mm)	Esesor 3 (mm)	Esesor 4 (mm)		
FIBRO - Mela	15	BLANCA	D.T. Conite	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	2
FIBRO - Mela	15	BLANCA	G. Monoz	15,1	15,1	15	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	2
FIBRO - MEPA	15	BLANCA	Partouego	15,1	15,4	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	2
FIBRO - Mela	15	BLANCA	Juana	15,1	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	2
ROCA DA Mela	15	GRANIZO	Gy - Est	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	2
ROCA DA Mela	15	NEGRO	MANTA	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	2
ROCA DA Mela	15	NEGRO		15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	2

Observaciones: S/N

Firma de Supervisión: _____ Fecha de Supervisión: _____

Anexo 7: Capacitación metrología y control de calidad

LISTA DE ASISTENTES		NO. 1120		
		USE No. 08		
		Pág. 1 de 1		
CAPACITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	ENTRENAMIENTO:	<input type="checkbox"/>	
		OTROS:	<input type="checkbox"/>	
CAPACITACIÓN METROLOGÍA Y CONTROL DE CALIDAD				
Fecha <u>16 DE JUNIO DE JUNIO</u>				
Hora Inicio <u>7:30</u> Hora final <u>16:00</u>				
Responsable <u>JOSE FONSECA/JENNY OLMOS</u>				
N°	NOMBRE	NOTA	DETALLE	FIRMA
1	LOPEZ RIVADENERA CRISTIAN DARIO	7.0	Aprobado	H
2	ESPIN CELA WASHINGTON ROBERT	9.0	Aprobado	Uto
3	CHICAIZA DEFAZ EDWIN PAUL	7.5	Aprobado	ELFB
4	GUISHPE RIVERA PAUL ALAJINO	8.1	Aprobado	Paul
5	IZA RIVERA JESUS	8.3	Aprobado	Jesus
6	CHANGAL OMBO SAGUINGA KEVIN SAUL	9.1	Aprobado	Kevin
7	SIMBANA ORTEGA FAUSTO EDUARDO	9.2	Aprobado	Fausto
8	CATOJA FLORES CLEVER GEOVANNY	8.1	Aprobado	Cleber
9	IZA TUTILO GABRIELA ANABEL	9.5	Aprobado	Anabel
10	TOAPANTA MANORANDA LUIS BAYARD	9.0	Aprobado	Bayard
11	JACOME AGUAYO MIGUEL ANGEL	9.0	Aprobado	Miguel
12	CHANCUSIG GERMAN SEGUNDO RODRI	7.9	Aprobado	German
13	CAMPOS VIRACOCCHA ADAN HUMBERTO	7.5	Aprobado	Adan
14	PATIÑO PANEZO JAIRO ALEJANDRO	8.0	Aprobado	Jairo
15	CHANGOLUISA ANALUISA ORLANDO DA	9.5	Aprobado	Analu
16	MUSO CALALA OSCAR EDUARDO	8.5	Aprobado	Oscar
17	SINGAUCHO DE LA CRUZ LUIS EDGAR	7.1	Aprobado	Edgar
18	CANIZARES CHICAIZA ALVARO LEONCI	8.9	Aprobado	Alvaro
19	ALDAZ SOLARTE BRYAN OSWALDO	8.0	Aprobado	Bryan
20	CASA TOAQUIZA FRANCISCO JAVIER	8.0	Aprobado	Francisco
21	ARMIJOS MONTOYA FERNANDO ENRIQU	5.0	No aprobado/Rechazado	Fernando
22	RODRIGUEZ LICTO EDGAR JAVIER	7.2	Aprobado	Edgar
23	TOAQUIZA YUGCHA STALYN PAUL	7.7	Aprobado	Stalyn
24	VILLARREAL VELASTEGUI JOFRE GUSTA	9.0	Aprobado	Jofre
25	PILA QUINATO A LUIS MIGUEL	9.5	Aprobado	Luis
26	PILA VELASCO ROBERTO SANTIAGO	9.1	Aprobado	Roberto
27	CRUZ BRIONES MILTON AURELIANO	9.1	Aprobado	Milton
28	TOAQUIZA CAISALITIN TITO JAMIL	9.0	Aprobado	Tito
29	FLORES DANIEL GEOVANNY	7.6	Aprobado	Daniel
30	CHANCUSIG CASTRO BRYAN ALEXANDE	8.0	Aprobado	Bryan

CAPACITACIÓN:

ENTRENAMIENTO:

OTROS:

CAPACITACION METROLOGIA Y CONTROL DE CALIDAD

Fecha: 18 DE JUNIO-26 JUNIO

Hora Inicio: 7.30 Hora final: 16.00

Responsable: JOSE FONSECAJENNY OLMOS

N°	NOMBRE	COODIGO	CARGO	FIRMA
1	LOPEZ RIVADENERA CRISTIAN DARIO	21481	Sup Reabrimiento	[Firma]
2	ESPIN CELA WASHINGTON ROBERT	21741	Operador W	[Firma]
3	CHICAIZA DEFAZ EDWIN PAUL	21987	Digitador JOE	[Firma]
4	QUISPE RIVERA PAUL ALADINO	21315	Papelero	[Firma]
5	IZA RIVERA JESUS	21211	Papelero	[Firma]
6	CHANGALOMBO SAQUINGA KEVIN SAUL	22921	Ayudante de P.	[Firma]
7	SIMBANA ORTEGA FAUSTO EDUARDO	21220	Ayudante de P.	[Firma]
8	CATOTA FLORES CLEVER GEOVANNY	22370	Ayudante de P.	[Firma]
9	IZA TUTILLO GABRIELA ANABEL	21939	Supervisor Reabrimiento	[Firma]
10	TOAPANTA MANOBANDA LUIS BAYARD	21492	Operador Wanhaw	[Firma]
11	JACOME AGUIYO MIGUEL ANGEL	21396	Digitador JOE	[Firma]
12	CHANCUSIG GERMAN SEGUNDO RODRIGUEZ	21948	Montacargista	[Firma]
13	CAMPOS VIRACOCCHA ADAN HUMBERTO	21660	Papelero	[Firma]
14	PATINO PANEZO JAIRO ALEJANDRO	21360	Ayudante Prensa	[Firma]
15	CHANGOLUISA ANALUISA ORLANDO DA	22549	Ayudante Prod.	[Firma]
16	MISO CALALA OSCAR EDUARDO	22560	Ayudante Prod.	[Firma]
17	SINGALCHO DE LA CRUZ LUIS EDGAR	21790	Sup. Rec.	[Firma]
18	CANIZARES CHICAIZA ALVARO LEONCIO	21312	Operador Witem	[Firma]
19	ALDAZ SOLARTE BRYAN OSWALDO	21601	Digitador JOE	[Firma]
20	CASA TOAQUIZA FRANCISCO JAVIER	21603	Montacargista	[Firma]
21	ARMUOS MONTOYA FERNANDO ENRIQUE	23010	Ayudante Prensa	[Firma]
22	RODRIGUEZ LICTO EDGAR JAVIER	23009	Ayudante Prensa	[Firma]
23	TOAQUIZA YUGCHA STALYN PAUL	21010	Ayudante Prensa	[Firma]
24	VILLARREAL VELASTEGUI JOFRE GUSTAVO	21117	Sup. Reabrimiento	[Firma]
25	PILA QUINATOA LUIS MIGUEL	21317	Digitador JOE	[Firma]
26	PILA VELASCO ROBERTO SANTIAGO	21495	Operador W	[Firma]
27	CRUZ BRIONES MILTON AURELIANO	21798	Montacargista	[Firma]
28	TOAQUIZA CAISALITIN TITO JAMIL	21841	Papelero	[Firma]
29	FLORES DANIEL GEOVANNY	21070	Ayudante.	[Firma]
30	CHANCUSIG CASTRO BRYAN ALEXANDER	22710	Ayudante.	[Firma]

Anexo 8: Plan de capacitación para metrología y control de calidad para personal del área producción

 Plan de capacitación semestral para metrología y control de calidad					Anexo 2
					Ver N° 3
					Revisión GXP
					PR-030
Dirigido a:	Carácter:	Obligatorio	Tipo:	Asistencia y aprobación	
Personal de producción industrial	Asistentes:				
Tema	Operado de prensa	Ayudante de producción	Inspector de calidad	Supervisor de proceso	Jefe de proceso
Importancia de la calidad	X	X	X	X	X
Costos de no calidad	X	X	X	X	X
Requisitos DIN EN 14322	X	X	X	X	X
Muestreo de aceptación	X	X	X	X	X
Metodología Military Standard	X	X	X	X	X
Medición y toma de datos en el proceso	X	X	X	X	X
Procedimientos de inspección	X	X	X	X	X
Uso medidor de espesores	X	X	X	X	X
Instructivo: Inspección visual para defectos de tableros recubiertos	X	X	X	X	X

Anexo 9: Inspección visual para defectos de tableros recubiertos

	Inspección visual para defectos de tableros recubiertos	Ver No
		Revisión 1 GP

1. Objetivo y Condiciones Necesarias

Identificar defectos en los tableros MDF y Aglomerados con recubrimiento.

2. Alcance

Este instructivo es aplicable para la inspección visual de tableros Aglomerados y MDF, recubiertos con papel meláminico.

3. Definiciones

Producto conforme tipo A: Tableros que no presentan defectos o que cumplen con los criterios establecidos en este instructivo.

Producto conforme tipo B: Tableros que presentan defectos pero que se encuentran dentro de los parámetros establecidos dentro de este instructivo y tendrán como destino bodega de semielaborados.

Recubrimiento: Proceso por el cual se coloca un elemento decorativo sobre el área de un tablero lijado para cubrir una o dos caras.

Tablero recubierto: Tablero de partículas o MDF al que se le adhiere en su superficie papel meláminico.

Contraste: Variación de color de una zona específica con respecto al resto del tablero evaluado visualmente desde una posición a 3m de distancia. El contraste puede ser bajo, medio o alto según el impacto visual que ocasione la variación de color sea leve, media, o alta.

4. Desarrollo

Para inspeccionar los recubiertos se debe:

1. Observar la superficie con color y brillo homogéneo, cualquier variación puede mostrar un defecto admisible o no admisible.

	Inspección visual para defectos de tableros recubiertos	
		Ver No
		Revisión 1 GP

2. El ayudante del proceso encargado de calidad durante el turno de producción realizará la inspección visual a cada uno de los tableros producidos en la prensa, verificando de acuerdo con su criterio si es un tablero tipo A, o tipo B.
3. La persona responsable de calidad debe tener habilitada y aprobada la capacitación y entrenamiento de metrología y control de calidad con una calificación aprobatoria (mínimo 7puntos).
4. Los defectos presentes en el producto terminado son los siguientes:

Tabla1: Defectos presentes en tableros recubiertos con papel melamínico

Papel montado			
Descripción del defecto	Producto Tipo A	Producto Tipo B	Producto no conforme
Tablero que presenta restos de papel impregnados en su superficie que altera el color, el diseño o el brillo.	Tableros con retazo de papel hasta de 10 mm de diámetro o su equivalente ubicado en zonas cercanas a los bordes del tablero, desde el borde hacia adentro 6 cm.	Tableros con retazo de papel hasta de 30 mm de diámetro o su equivalente ubicado en cualquier zona del tablero.	Tableros con retazo de papel mayor a 30 mm de diámetro y es muy notorio el defecto.

	Inspección visual para defectos de tableros recubiertos	
		Ver No
		Revisión 1 GP

Superficie no cubierta			
Descripción del defecto	Producto Tipo A	Producto Tipo B	Producto no conforme
Tablero que no está recubierto completamente a causa de roturas, ubicación errada del material de recubrimiento, papel movido por la inercia del tablero al ingresar a la prensa.	Tableros con papel movido hasta 1cm en un solo lado, en el ancho o largo del tablero.	Tableros con papel movido hasta 3 cm en un solo lado, en el ancho o largo del tablero.	Mayor a 3cm

Tableros sucios			
Descripción del defecto	Producto Tipo A	Producto Tipo B	Producto no conforme
Tablero que presenta suciedad en la superficie, como por ejemplo partículas de madera, cenizas, huellas de dedos o guantes de los operadores, impregnado en la superficie. También están los tableros recubiertos con papel sucio o tableros enchapados con platos sucios que dejan huellas de resina en los tableros.	Tableros con defecto que ocupe un área máxima de 2 cm de diámetro o un área equivalente (3 cm ²), en zonas cualquier parte del tablero.	Tableros con defecto que ocupe un área máxima de 4 cm de diámetro o un área equivalente (13 cm ²), en cualquier parte del tablero.	Tableros con defecto que ocupe un área mayores

	Inspección visual para defectos de tableros recubiertos	
		Ver No
		Revisión 1 GP

Tableros fuera de formato			
Descripción del defecto	Producto Tipo A	Producto Tipo B	Producto no conforme
Tableros que han sido prensados fuera del área habitual de trabajo y por tanto atrapan la resina adherida a los platos. Se pueden identificar como una franja de suciedad con restos de resina.	Tableros con defecto en uno de los bordes y que ocupe hasta 1 cm desde el borde del tablero a lo largo o ancho del mismo.	Tableros con defecto en uno o dos de los bordes y que ocupe hasta 4 cm desde el borde del tablero a lo largo o ancho del mismo.	Tableros con defecto mayor

Tableros con huecos o manchas de agua, de parafina, aceite, cola y/o polvo			
Descripción del defecto	Producto Tipo A	Producto Tipo B	Producto no conforme
Se observa una zona generalmente pequeña, de forma circular en la que la resina está mal curada, esta zona se ve de un color blanquecino y sin brillo.	Máximo 3 manchas hasta de 1 cm de diámetro en un solo lado, que estén dispersas en zonas cercanas a 2cm del bordes y que no presenten burbujas o contraste alto del papel.	Máximo 6 manchas hasta de 1 cm de diámetro en total de ambos lados, que estén dispersas en cualquier zona del tablero.	Supere lo anterior

	Inspección visual para defectos de tableros recubiertos	
		Ver No
		Revisión 1 GP

Resina mal curada			
Descripción del defecto	Producto Tipo A	Producto Tipo B	Producto no conforme
Se observa cambios de tonalidad en el color del tablero recubierto y aumento del brillo, por efecto de un mal curado de la melamina o papeles con defectos de fábrica. En casos extremos se ven zonas brillantes en forma de vetas.	No se acepta	Se acepta hasta el 10% del área del tablero	Supere el 10% del area.

Tableros con chaflán y/o bajo espesor			
Descripción del defecto	Producto Tipo A	Producto Tipo B	Producto no conforme
Cuando se ve diferencia de espesor en el borde del tablero, el bajo espesor es material fino de aglomerado o fibras de MDF que no lograron aglutinarse consistentemente. Estos defectos se presentan en el borde a lo largo del tablero. La diferencia de espesor con el resto del tablero genera recubrimientos mal curados y/o despegados.	Tableros con chaflán o bajo espesor es menor o igual a 5 mm de ancho desde el borde del tablero y el espesor en la zona del chaflan exista máximo 0,1 mm de diferencia con el espesor nominal del tablero.	Tableros con chaflán o bajo espesor es hasta de 8 mm de ancho desde el borde del tablero y el espesor en la zona del chaflan exista máximo 0,2 mm de diferencia con el espesor nominal del tablero.	Tableros con chaflán o bajo espesor mayor a 8 mm de ancho desde el borde del tablero y el espesor en la zona del chaflan es mayor a 0,2 mm de diferencia con el espesor nominal del tablero.

	Inspección visual para defectos de tableros recubiertos	Ver No
		Revisión 1 GP

5. Registros:

No aplica

6. Anexos

No aplica

7. Control operacional

No aplica

Anexo 10: Datos para analisis estadistico por variables

Tabla 31: Datos de espesor de 35 tableros correspondiente a enero 2023

Mu estr a	ANCHO				LARGO					
	Espes or 1	Esp esor 2	Espe sor 3	Espes or 4	Espe sor 5	Esp esor 6	Espe sor 7	Esp esor 8	Espe sor 9	Esp esor 10
1	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15	15,2	15,2
2	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15
3	15	15	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
4	14,9	15,2	15,2	14,9	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
5	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
6	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15	15
7	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
8	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1
9	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1
10	15,1	15,3	15,3	15,3	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1
11	15,3	15,2	15,2	15,3	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2
12	14,9	14,9	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
13	15	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,3
14	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1
15	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2
16	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15	15	15	15,1	15
17	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
18	15,2	15,2	15,2	15,3	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2
19	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15
20	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15
21	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2
22	15	15	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2
23	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,3
24	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,3
25	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2
26	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	14,9	14,9	14,9	15,2
27	15	15,1	15,1	15	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15
28	15,1	15,1	15,2	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
29	15	15	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1
30	15,1	15,2	15,2	15,1	15	15,1	15,1	15,1	15	15
31	15	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,3
32	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1
33	15,1	15,1	15,2	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
34	14,9	15,2	15,2	14,9	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
35	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2

Tabla 32: Datos de espesor de 35 tableros correspondiente a febrero 2023.

Muestr a	ANCHO				LARGO					
	Espesor 1	Espesor 2	Espesor 3	Espesor 4	Espesor 5	Espesor 6	Espesor 7	Espesor 8	Espesor 9	Espesor 10
1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,3	15	15	15	15,3	15
2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15
3	15,1	15,1	15,1	15,1	15,3	15,2	15,2	15,2	15,3	15,2
4	15,2	15,2	15,1	15,1	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2
5	15,1	15,1	15	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
6	15,1	15,1	15	15	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1
7	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
8	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1
9	15	15,2	15	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
10	15,1	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1
11	15,2	15,1	15,1	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1
12	15	15,1	15	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1
13	15	15,1	15,1	15	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1
14	15,1	15	15	15,1	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1	15,3
15	15,2	15,2	15,1	15,1	15,2	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2
16	15,1	15,1	15	15	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15
17	15,1	15,1	15	15	15,2	15,2	15	15,2	15,2	15,2
18	15,1	15,1	15,3	15,3	15,2	15,2	15,2	15,2	15	15,2
19	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15	15	15,2	15
20	14,9	15	15	14,9	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15
21	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15	15	15,2	15,2
22	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	14,8	15	15,1	15
23	15,1	15,1	15,1	15,1	15	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
24	15,1	15,2	15,2	15,1	15	15,3	15,3	15	15,3	15,3
25	15	15,1	15,1	15	15,2	15,1	15,1	15,1	15,2	15
26	15,1	15,1	15,1	15,1	15	15	15	15	15	15,3
27	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15	15,1	15
28	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,2
29	15	15	15	15	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2
30	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15
31	15	15,2	15	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
32	15,1	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1
33	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	14,8	15	15,1	15
34	15,2	15,2	15,1	15,1	15,2	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2
35	15	15,1	15,1	15	15,2	15,1	15,1	15,1	15,2	15

Anexo 11: Datos para analisis estadistico por atributos

Tabla 33: Tableros inspeccionados y tableros no conformes enero 2023

Referencia	Tableros Inspeccionados	Tableros no conformes
AGLDHMC0010	180	4
AGLDHMC0010	471	6
AGLDHMC0797	2162	34
AGLDHMC0905	2373	38
AGLDHMC1174	1562	24
AGLDHMC1464	397	6
AGLDMLC0385	250	4
AGLDMLC0869	164	2
AGLDMLC1210	6268	87
AGLDMLC1841	308	6
AGLDMLC1843	5079	71
AGLDMLC2074	732	10
AGLDMLC2074	925	10
AGLDMLC2250	560	16
AGLDMLC0505	607	9
AGLDMLC0505	756	10
AGLDMLC0869	13268	171
AGLDMLC0869	13000	130

Tabla 34: Tableros inspeccionados y tableros no conformes febrero 2023

Referencia	Tableros Inspeccionados	Tableros no conformes
AGLDHMC0010	1006	16
AGLDHMC0797	313	4
AGLDHMC0905	224	6
AGLDHMC1174	3026	41
AGLDHMC1464	1000	12
AGLDMLC0385	426	10
AGLDMLC0869	945	12
AGLDMLC0869	168	2

AGLDMLC0869	113	2
AGLDMLC0869	513	8
AGLDMLC0869	1042	18
AGLDMLC0869	10014	136
AGLDMLC0869	4533	33
AGLDMLC0869	950	12
AGLDMLC0976	759	24
AGLDMLC1210	144	2
AGLDMLC1841	930	16
AGLDMLC1843	1151	14
AGLDMLC2074	595	14
AGLDMLC2074	3200	55
AGLDMLC2250	11514	115
AGLDMLC2250	11514	111

Anexo 12 Propuesta de instructivo para producción

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

1. Objetivo y Condiciones Necesarias

Producir tableros recubiertos con papel meláminico garantizando un proceso estandarizado, con calidad, conforme a los requerimientos de los clientes, y con condiciones de trabajo seguro.

2. Alcance

Aplica a las actividades desarrolladas en la producción de tableros recubiertos con papel meláminico en la prensa Wemhoner

3. Definiciones

Papel Meláminico: Papel con diseño y color bañado en resina

Mdf: Tablero de fibra

Aglomerado: tablero de partículas

Presión: Magnitud que se define como la derivada de la fuerza con respecto al área

Textura: acabado superficial dado por el plato de la prensa

Sustrato: normal y Rh

Lead time: tiempo de entrega.

Retall: Tableros dañados, rotos

4. Desarrollo

Para un trabajo seguro en la ejecución de la producción debe cumplirse con lo estipulado en este procedimiento, respecto a las responsabilidades y autoridad de los diferentes niveles jerárquicos.

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

a. **Administrar el proceso de producción:**

El jefe de recubrimiento revisará actualizará y creará listas y rutas para la producción de tableros generadas en JDE.

Generará requisiciones para servicio externo de ranurado de tableros.

Revisará el presupuesto anual de producción, para su aprobación.

El jefe de recubrimiento juntamente con los supervisores planifica las actividades de producción basadas en pedidos y disponibilidad de materiales entregadas por el sistema JDE.

Concluido el mes de trabajo, elaborará los indicadores de producción y horas trabajadas.

b. **Receptar pedidos y programar la producción:**

El supervisor del recubrimiento administrará y planificará la producción a través del tablero Kanban y JDE teniendo en cuenta pedidos en JDE y tarjetas kanban receiptadas vía correo electrónico y generados por el área comercial llevando a cabo las siguientes actividades.

1. Imprimirá las tarjetas Kanban generadas por el área comercial, con el siguiente detalle.

Color	Tipo de pedido
Amarillo	Estándar y Reposición Automática
Rosado	Especiales
Celeste	Entrega directa
Verde	Exportación
Morado	Muestras
Rojo	Reclamos
Blanco	Placa centros

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

2. Revisará la existencia y disponibilidad física y JDE de tableros,
3. Revisará la existencia y disponibilidad de papel,
4. Revisará la capacidad de producción diaria.
5. Revisará la fecha de entrega y lead time.
6. Programará la producción en los tableros Kanban de acuerdo con los siguientes parámetros

- Textura del tablero
- Espesor y sustrato del tablero
- Cliente y lugar de destino
- Color de tablero

7. Los ayudantes de producción copiarán y verificarán la planificación de la producción en el formato RE-035K
8. El ayudante que copia la programación generará una copia para cada miembro del equipo de trabajo.

c. Calentamiento de la prensa:

1. En caso de existir paros de producción de la prensa las temperaturas quedarán seteadas a 50° en las mesas
2. Para arrancar la producción el calentamiento de la prensa se realizará de la siguiente, manera
3. El operador de prensa tardará 8 horas en esta actividad.
4. El operador de la prensa accionará a todos los controles de los pulpitos.
5. El operador enciende las bombas de calefacción.
6. El operador solicitara a la parte eléctrica el accionamiento de los tableros eléctricos,
7. Durante 30 minutos se mantiene con la temperatura de seteo (50°C)
8. El operador de prensa asciende las temperaturas +10°C durante los siguientes 60 minutos.
9. Después de esta actividad asciende 10°C a la temperatura cada hora, hasta lograr las temperaturas de operaciones.

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

d. Preparar tableros, papel y materiales

1. El operador de la prensa solicitará tableros crudos y tableros de arranque, al operador del montacargas.
2. El operador de montacargas trasportará los tableros de la zona kanban a la mesa de ingreso de la prensa por espesores y respetando el FIFO de lotes, además tapas y bases provenientes de semielaborados y embalaje.
3. El operador de la prensa con un ayudante y el operador de montacargas, prepararán los tableros por espesor de acuerdo con la programación de producción del día.
4. El operador de la prensa revisará con una inspección visual si el tablero no presenta defectos de rupturas en los filos si los tableros presentan defectos serán marcados y separados e identificados como tipo crudos.
5. Los tableros sobrantes serán identificados por el operador de la prensa quien colocará la cantidad de tableros sobrantes en la guía de producto.
6. El operador de montacargas trasladará los tableros sobrantes al supermercado kanban.
7. El papelero revisará la existencia física de papel necesario para el turno.
8. Si no existirá papel disponible en el área de recubrimiento, el papelero generará una orden de egreso de papel y chapa RE-023A y con autorización del supervisor solicitará a bodega una caja de papel nueva, que deberá contar para la recepción y verificación de la cantidad por caja, además de realizar una revisión del estado de la caja y defectos, para notificar al supervisor y bodeguero las novedades presentes.
9. El jefe del proceso en caso de existir defectos o fallas de fabrica en el papel se gestionará un reclamo a proveedores.
10. El operador de montacargas con guía del ayudante de producción encargado de la preparación de papel ubicará las cajas de papel necesarias para la producción frente a los racks de papel.
11. El ayudante de producción encargado del papel debe preparar las hojas de papel de acuerdo con el número de tableros programados en el turno.
 - Para tableros Duraplac se envolverá el papel (2.16x246) y se recopilará en un papel vacío y limpio.
 - Para tableros de Fibraplac se envolverá el papel, posterior se corta en la sierra

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

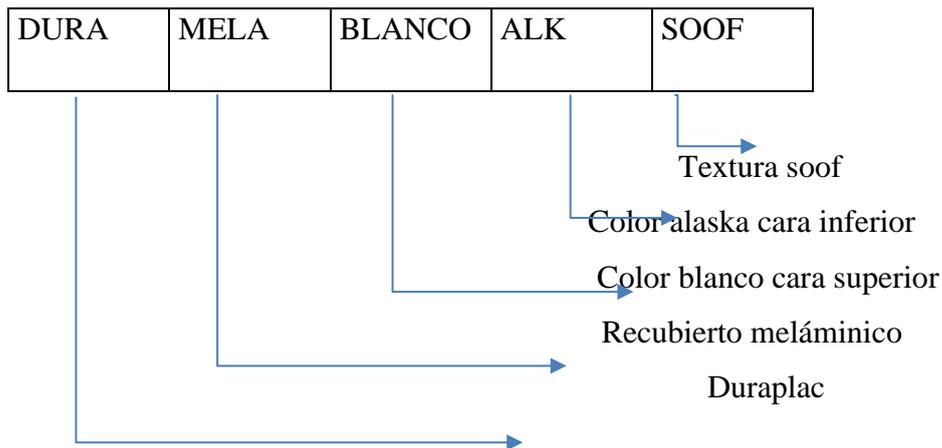
Giben con medida (185x246), para esta actividad el operador de montacargas transportará los pallets de papel preparado para ser cortados en la sierra Guiben y ya cortados a la medida para tableros de Fibraplac, transportará el pallet con papel a un lugar cercano a la prensa.

- El operador de montacargas en conjunto con el ayudante que coloca papel y del ayudante encargado de papel, ubicarán al pallet en el sitio de colocación de la prensa.

e. Recubrimiento de tablero

Operaciones prensa Wemhoner

- El ayudante de producción limpiará la banda de colocación de papel y tableros previo al prensado de tableros recubiertos solo para color blanco y claros.
- El ayudante de producción colocará las bases para receptor tableros en las mesas de enfriamiento de la prensa.
- El operador de la prensa colocará la leyenda del tablero en el menú de impresión de acuerdo con lo siguiente:



Existiendo las siguientes texturas de producción:

- SOOF
- WOOD

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

- NATIVO
- TEXTIL
- 3D
- PIEDRA

Tipo de sustrato

- Normal
- Rh

Tipo de producto

- ECO- ECO RH: tablero económico
- FIBRAMELA – FIBRAMELA RH : tablero de fibra MDF
- DURAMELA- DURAMELA RH: tablero de partículas aglomerado.

4. El operador de la prensa revisará los parámetros de prensado existentes en la especificación ES-035F prensa Whemhoner
5. El operador de la prensa revisará en el pulpito las alarmas de daños existentes si se activarán solicitará en conjunto con el supervisor de producción la reparación inmediata al departamento de mantenimiento.
6. El operador de la prensa arrancará la producción y deberá prensar tableros de arranque, para esta actividad ingresa un tablero de tipo arranque en la mesa de entrada, el ayudante de producción colocará una hoja de papel en la banda de colocación, el operador de la prensa colocará en automático la prensa, y se transportará al tablero crudo hacia la banda de colocación, posterior el ayudante de producción colocará una hoja de papel sobre el tablero, para esto se debe observar que el tablero este totalmente cubierto por el papel.
7. El ayudante de producción encargado de manejar el pulpito revisará de forma visual al tablero, en caso de existir defectos de calidad o prensado notificará al Operador de la prensa para corregir dicho defecto.
8. El ayudante de producción encargado de manejar el pulpito de tableros recubiertos colocará el transportador de tableros recubiertos en forma manual o automática y transportará los tableros recubiertos de la salida de la prensa hacia las mesas de

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

enfriamiento.

9. El operador de la prensa anotará la producción en el reporte RE-035A
10. El operador de la prensa entregará periódicamente las tarjetas Kanban de pedido al digitador JDE, para que generase las guías de cada pedido.
11. En este momento se arranca la producción de tableros tipo a, para esta actividad se debe:
12. El operador colocará las leyendas necesarias en la impresora,
13. El ayudante ubicará hojas en la banda abajo y sobre el tablero crudo.
14. El ayudante de producción encargado de manejar el pulpito de tableros recubiertos colocara el transportador de tableros recubiertos en forma manual o automática y transportara los tableros recubiertos de la salida de la prensa hacia las mesas de enfriamiento.
15. El operador de la prensa anotará la producción en el reporte RE-035A
16. El operador de la prensa entregará periódicamente las tarjetas Kanban de pedido al digitador JDE, para que generase las guías de cada pedido.
17. El ayudante de producción que estará encargado de refilar el papel a quien denominaremos refilador calibrará los espesores por pedido, se realizará las pruebas de grafito (blanco y colores claros), y entregará la información al ayudante del pulpito quien registrará los datos en el reporte de calidad formato RE-035B, esta actividad se realiza de forma periódica.
18. El refilador centrará los tableros con las bases, para receptar el pedido.
19. El refilador realizará una inspección visual tablero a tablero e identificará defectos de calidad IO-035B que serán reportados al supervisor de producción para asignar como tipo B o retal, para estos tableros se generará la respectiva guía en JDE como tablero tipo B o retal, e informará también al equipo de trabajo para producir un nuevo tablero que será necesario para completar el pedido.
20. La cantidad de tableros por tarima será de acuerdo con el pedido y cada pedido se enviará con las siguientes especificaciones:

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

PARA GUAYAQUIL

TAPA
Guayaquil especial (Color4)
Guayaquil especial (Color3)
Cartón
ACartón
Guayaquil estándar (Color2)
Cartón
Cartón
Guayaquil estándar (Color1)
BASE

EJEMPLO DESPACHO PARA QUITO Y CUENCA

TAPA
Pedido especial
Pedido especial
Pedido estándar
BASE

21. Al recibir el tablero el refilador empleando un perfil de aluminio cortará el sobrante de papel.

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

22. El refilador limpiará los residuos de melamina con aire.
23. El digitador de JDE generará en el sistema la guía de producción e imprimirá 2 ejemplares por pedido, adjuntará la tarjeta Kanban y entregará al ayudante que refila
24. El refilador receptorá la guía generada en JDE y ubicará en la tarima para identificar el pedido.
25. Las tarimas producidas no podrán salir del área si no tienen la guía de producción que la identifica.
26. El ayudante de producción encargado del pulpito y el refilador colocarán una tapa de tablero en buen estado
27. El refilador asegurará a los tableros con 2 zunchos por pedido.
28. Para los cambios de platos seguir el instructivo IO-035D

f. Muestreo y liberación de control de calidad.

1. El supervisor de control de calidad y supervisor de producción determinaran el número de tableros a ser muestreados aplicando el procedimiento de muestreo por lote.
2. Un ayudante de control de calidad y un ayudante de producción, seleccionaran el número de tableros para la revisión de defectos y toma de espesores
3. El ayudante de control de calidad completará la información en el formato cartas de control estadístico RCC-001^a

g. Reporte de consumos de consumo de materiales y tableros en JDE

1. El digitador JDE, revisará el estado de la orden con el número de WT la de la tarjeta de pedido Kanban,
2. Los pedidos podrían estar en los estados siguientes.
 - CN pedido cancelado
 - 10 pedido firme, necesario producir
 - 30 pendiente de pegar listas y materiales

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

- 90 pedido parcial, hace referencia a un pedido no completo.
- 92 pedido producido, pero sin consumos
- 95 pedido concluido con horas y consumo de materiales.

Si la WT está en este estado CN no se deberá producir los pedidos.

3. El digitador JDE generará la guía de producción de tableros tipo a, b, retal, de acuerdo al instructivo IO-030J, además que consumirá tableros y papel.
4. El digitador JDE también generará ordenes manuales para tableros crudos.
5. Los tableros tipo b, retal y crudos son entregados en guía y físicos a Semielaborados para su disposición final.
29. El ayudante de producción encargado del papel contabilizará el sobrante por caja de papel utilizada y entregará el saldo real al Digitador JDE, esta actividad se realizará concluida la producción por color.
30. El ayudante de producción encargado del papel informará el número de hojas con defecto o rotas en el proceso para reportar en el sistema de acuerdo a las opciones permitidas.
31. El ayudante de producción encargado del papel asegurará las cajas de papel.
32. El operador de montacargas con la ayuda del papelero guardará las cajas en los racks de papel.
33. Al terminar la producción el papelero contabilizará las hojas sobrantes por caja y escribirá los saldos en el formato RE-035D además llenará el saldo en el formato RE-035H con este último el Digitador JDE, cuadrará los saldos en el sistema por caja color y lote.
34. Si el papel no cuadrarse el digitador JDE en conjunto con el papelero revisaran el físico para cuadrar en el sistema.
35. El digitador JDE ingresará al menú disponibilidad de materiales en JDE, y comparará el saldo físico con el saldo del sistema, posterior consumirá el papel desperdiciado en las ordenes de producción en las que se encontró el papel con defecto o roto según el instructivo IO-030J.
36. El operador de la prensa, deberá escribir la información de la producción en el reporte RE-035A y cuadrar tiempos de paro y producción en el aparatado RE-035L

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

con el nombre formato de tiempo muerto.

37. En el caso de existir paros de producción por mantenimiento cada supervisor de turno generará una orden de reparación de prensa de tipo mecánica y/o eléctrica.
38. En el caso de existir paros en los montacargas el operador de montacargas deberá informar al supervisor quien generará una orden de reparación.

h. Enfriamiento de tableros

1. El operador de montacargas transportará los tableros tipo A, a la zona de enfriamiento, se ubicará los pedidos por día, y fecha de producción.
2. Los ayudantes de producción trasladarán los tableros tipo B y crudos frente a la oficina de recubrimiento, y el digitador generará una guía en JDE para el tablero tipo B y retal y una guía manual para crudo, en los tableros tipo B se identificará en el canto con una leyenda el tipo producto.

	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

5. Registros:

Listado de registros									
Código	Nombre	Responsable	Responsable	Ubicación	Archivo	Actualización	Retención	Destino	Acceso
RE-001	Reporte de Recubrimiento	Operador de prensa	Supervisor de Producción Recubrimiento y Juntado de Chapa	Oficina Supervisor de Producción Recubrimiento y Juntado de Chapa	Secuencial por fecha	Cada turno hasta que se termine el libreto	1 año calendario	Dstrucción física o reciclaje	Uso interno

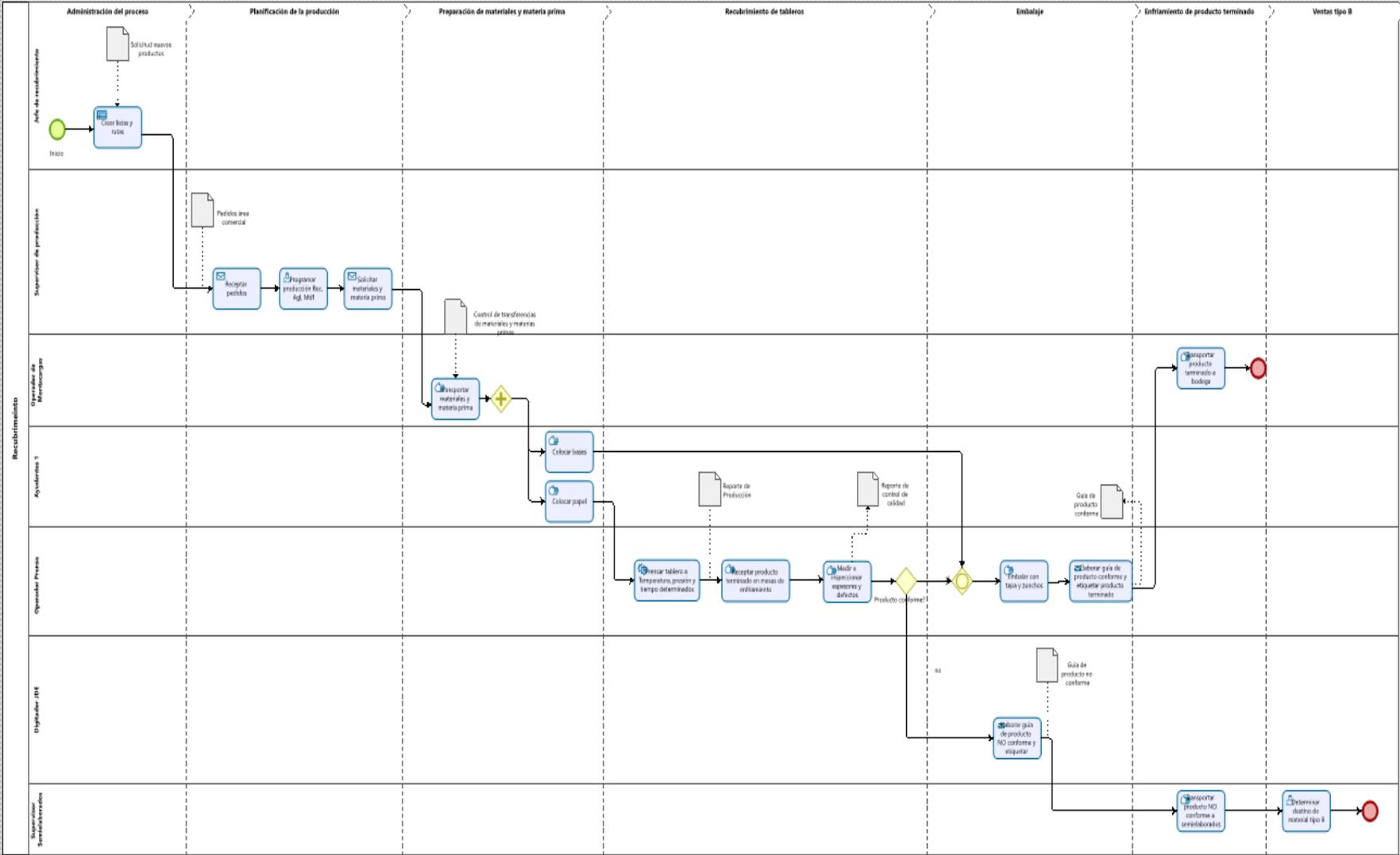
Listado de especificaciones			
Código	Nombre	Ubicación	Actualización
ES-001	Especificaciones para producción de tableros prensa Wemhoner	Oficina Supervisor de Producción Recubrimiento y papel y chapa	Supervisor de Producción Recubrimiento y papel y chapa

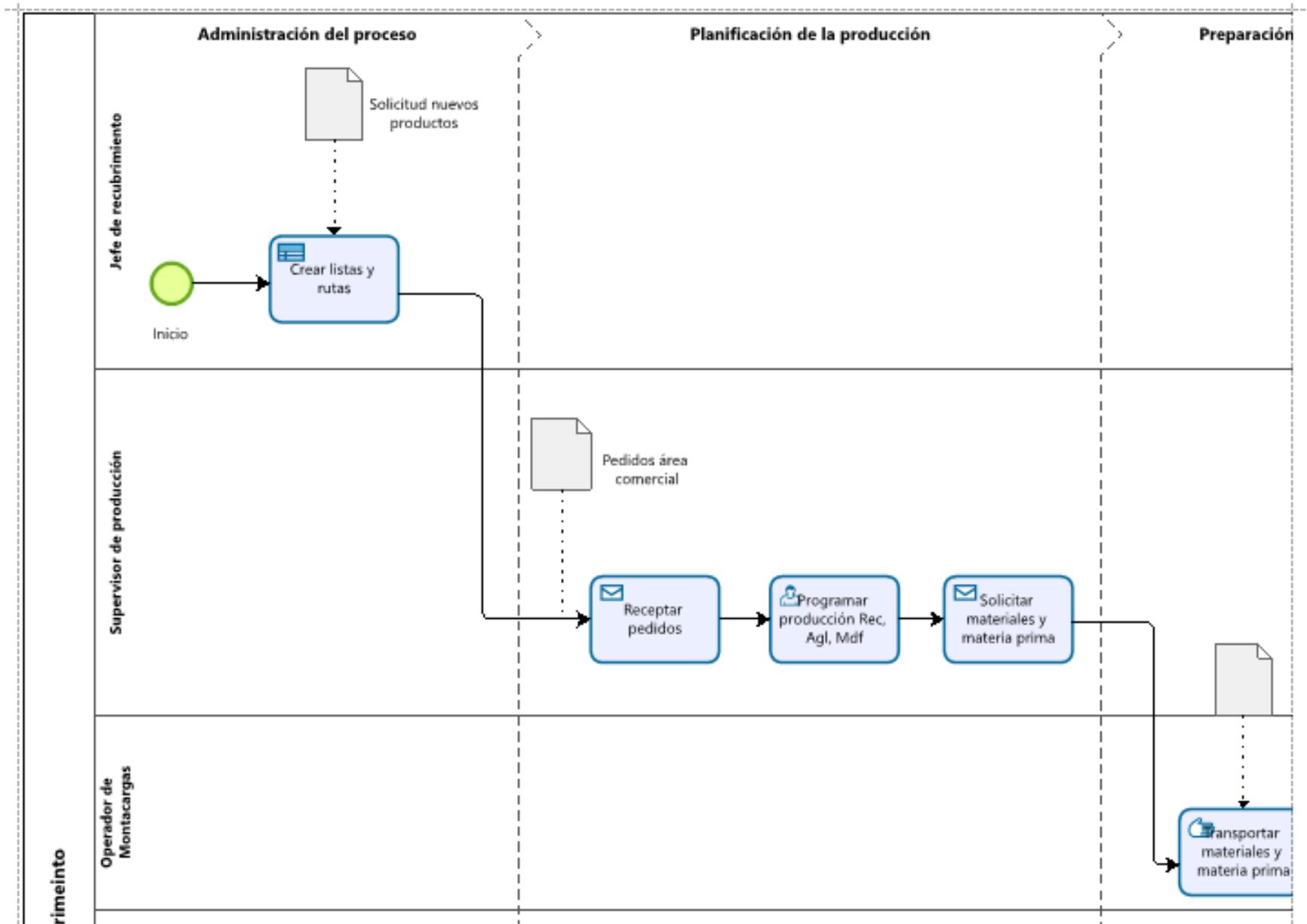
	Instructivo de producción para tableros recubiertos en la prensa Wemhoner	IO-035E
		Ver No. 1
		Revisión 1 GP

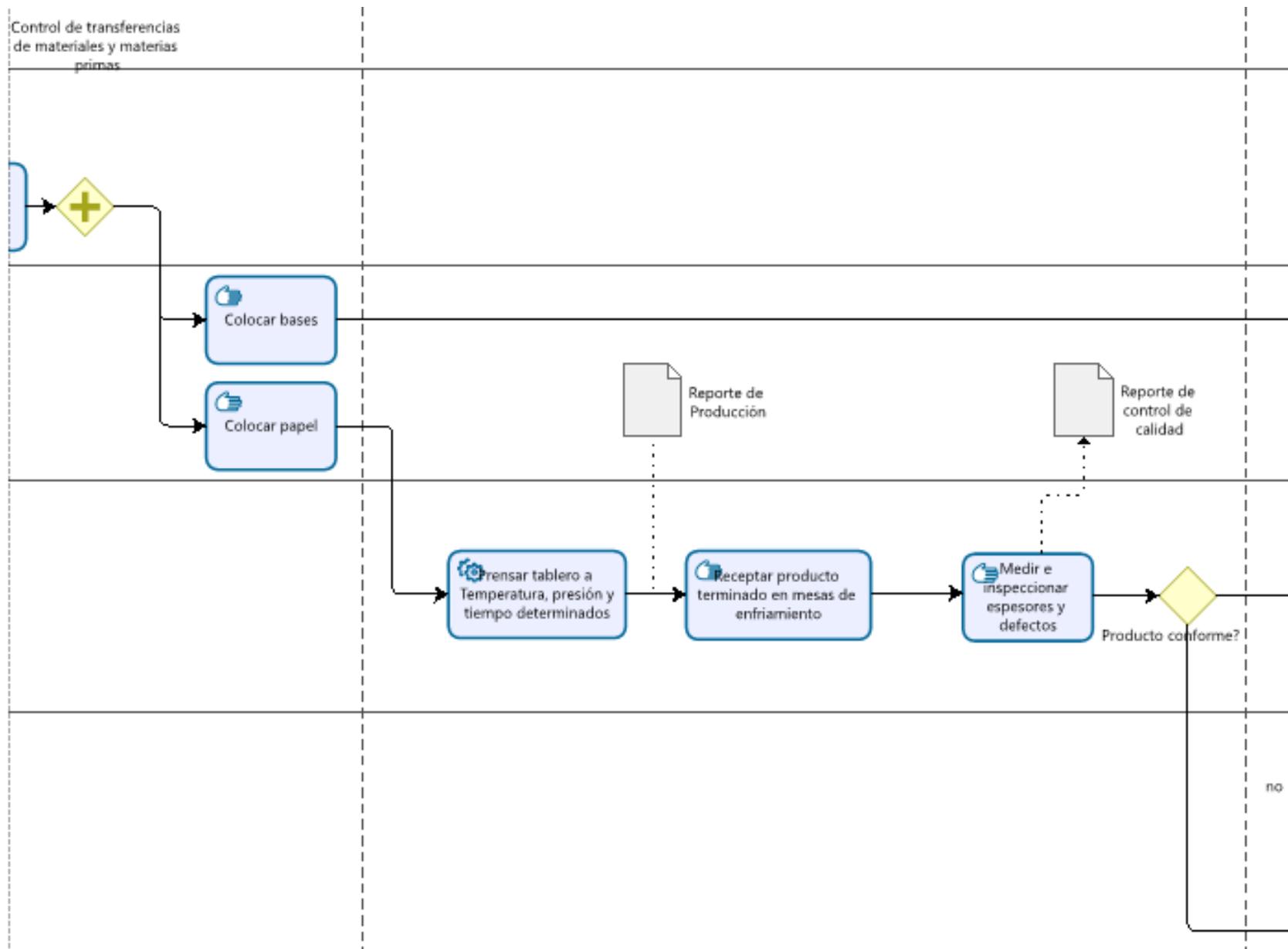
6. Anexos:

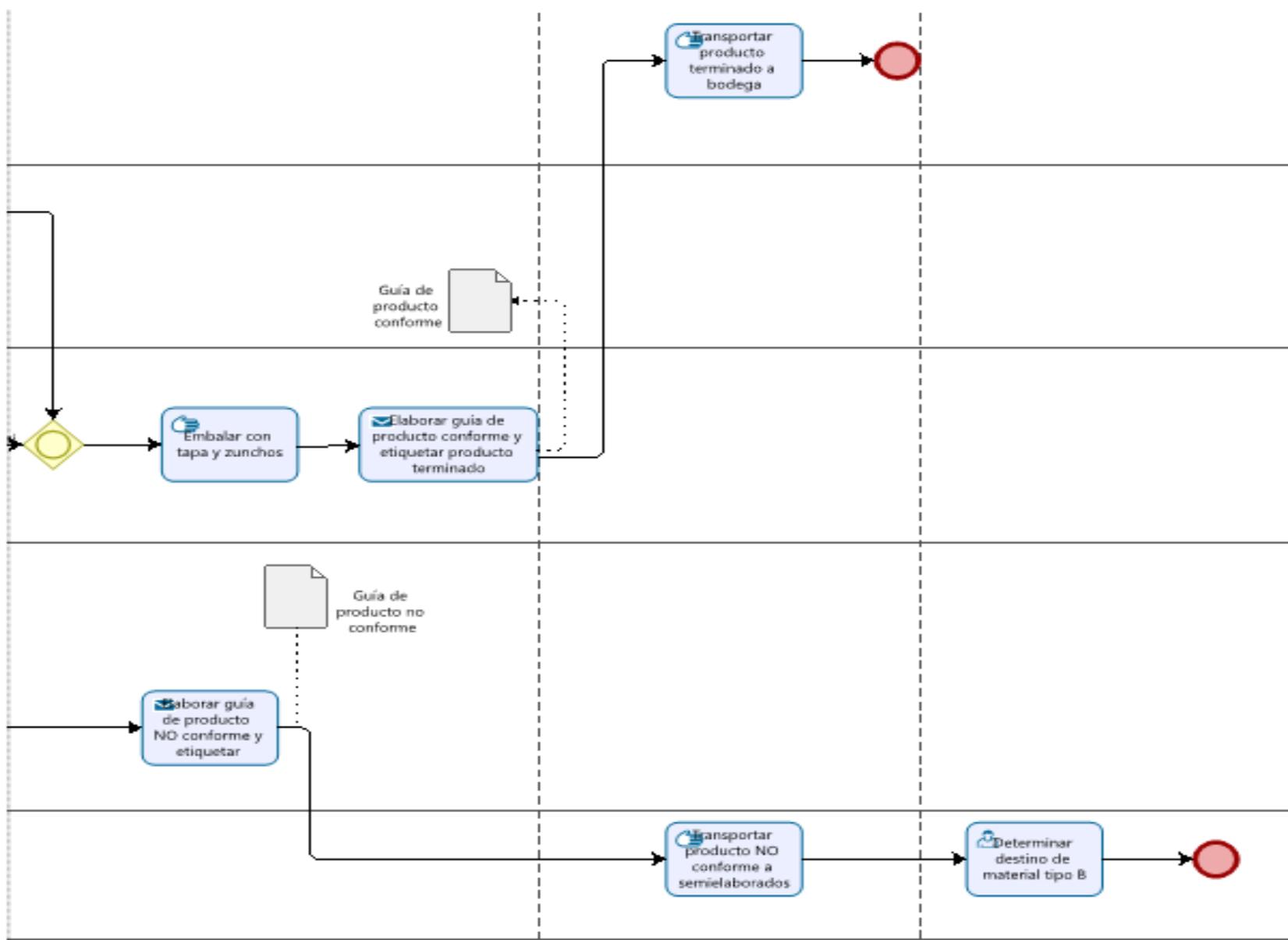
- ✓ Diagrama de flujo del proceso

Anexo 13: Diagrama de flujo propuesto









Anexo 14: Caracterización del proceso

LOGO DE LA EMPRESA		AGLOMERADOS COTOPAXI							
		CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS							
NOMBRE DEL PROCESO:		Recubrimiento meláminico de tableros de partículas y fibra de madera		DUEÑO DEL PROCESO:		Recubrimiento			
OBJETIVO DEL PROCESO:		Recubrir tableros cuadrados de aglomerado y MDF con papel de diseño en impresión digital e impregnando en melamina.							
PROVEEDOR (Supplier)		ENTRADA (Input)		PROCESO (Process)		SALIDA (Output)		CLIENTE (Customer)	
IMEGASSA IMPRESS		Papel meláminico, Tableros crudos lijados, prensa wemhoner		Programación de la producción Preparación de materiales, papel meláminico y Ingreso de tableros crudos Colocación de papel meláminico Presar el tablero aplicando un ciclo ideal de presión, temperatura y tiempo Recortar el papel sobrante en el producto terminado. Muestreo y control de calidad Liberación de tableros Embalaje de tablero y enfriamiento		Tablero recubierto		Bodega de producto terminado y Semielaborados	
LIJADO INDUSTRIAL DE AGLOMERADOS COTOPAXI									
RECURSOS		PLANEAR		HACER		VERIFICAR		CONTROLES	
Maquinaria/Equipos: Prensa wemhoner		Receptar pedidos Verificar existencias de materiales		Presar el tablero con un ciclo ideal de presión, temperatura y tiempo.		Medir los espesores del producto terminado Inspeccionar de forma visual los tableros Libera el producto terminado		Instructivos y guías de trabajo seguro de recubrimiento de tableros con papel meláminico.	
Materiales: Papel meláminico		ACTUAR							
Mano de Obra: Operarios		Preparar tableros Colocar papel en la superficie de tablero							
TICs: Guía de trabajo, ERP									
Money: Presupuesto de materiales, repuestos y horas									
Medio Ambiente: Planta, nave de recubrimiento									
REQUISITOS NORMATIVOS O LEGALES				INDICADORES A MEDIR					
Normas ISO 9001				% Tableros tipo B					
DIN EN 14322				% de Reclamaciones					
INDICADORES									
OBJETIVO	NOMBRE DEL INDICADOR	DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA	FÓRMULA	RECUENCIA	METARECURSOS	RECURSOS	RESPONSABLE		
1,5 % de tableros tipo B	Tableros tipo B		Tableros tipo B /Tableros producidos	Diaria	1,50%	Computador	Supervisor de producción.		
1,5% de reclamaciones	Reclamaciones de clientes		Orden de producción por reclamación/ ordenes de	Mensual	1%	Computador	Supervisor de producción y Supervisor de Calidad		

Anexo 15: Especificaciones para producir tableros recubiertos

DATOS TÉCNICOS PRODUCCIÓN DURAPLAC MELAMINA				
TEMPERATURAS PARA TABLEROS DOS CARAS				
COLOR	TEMPERATURA PALTO SUPERIOR	TEMPERATURA PLATO INFERIOR	PRESIÓN	TIEMPO DE PRENSADO
	(°C)	(°C)	(Kg/cm2)	(s)
MADEREADOS/ UNICOLORS	200 ±5	195± 5	32 ±5	20 ± 6

TEMPERATURAS PARA TABLEROS DURAPLAC UNA CARA				
COLOR	TEMPERATURA PALTO SUPERIOR	TEMPERATURA PLATO INFERIOR	PRESIÓN	TIEMPO DE PRENSADO
	(°C)	(°C)	(Kg/cm2)	(s)
MADEREADOS/UNICOLORS	195 ±5	201± 5	32 ±5	20 ± 6

DATOS TÉCNICOS PRODUCCIÓN DURAPLAC MELAMINA BICOLOR (MADEREADO/BLANCO)				
COLOR	TEMPERATURA PALTO SUPERIOR	TEMPERATURA PLATO INFERIOR	PRESIÓN	TIEMPO DE PRENSADO
	(°C)	(°C)	(Kg/cm2)	(s)
>=15MM	200 ±5	195± 5	32 ±5	20 ± 6
6MM	200 ±5	195± 5	28 ±5	20 ± 6

DATOS TÉCNICOS PRODUCCIÓN FIBRAPLAC MELAMINA

TEMPERATURAS PARA TABLEROS DOS CARAS				
COLOR	TEMPERATURA PALTO SUPERIOR	TEMPERATURA PLATO INFERIOR	PRESIÓN N	TIEMPO DE PRENSADO
	(°C)	(°C)	(Kg/cm ²)	(s)
MADEREADOS/UNICOLOR S	200 ±5	195± 5	25 ±5	20 ± 6

TEMPERATURAS PARA TABLEROS UNA CARA				
COLOR	TEMPERATURA PALTO SUPERIOR	TEMPERATURA PLATO INFERIOR	PRESIÓN N	TIEMPO DE PRENSADO
	(°C)	(°C)	(Kg/cm ²)	(s)
MADEREADOS/ UNICOLORS	195 ±5	201± 5	25 ±5	20 ± 6

Anexo 16: Procedimiento de muestreo para atributos

Es necesario diseñar un método para el muestreo que defina el número de tableros a inspeccionar del total de producidos, y aplicando el plan de muestreo MIL STD 105E, se den seguir los siguientes pasos:

- Con la cantidad de tableros producidos por lote, identificamos la letra de la tabla Letras códigos para el tamaño de muestra,
- Seleccionamos el nivel de calidad, en nuestro análisis se realiza con el 1,5% planteado por la organización,
- Seleccionar el nivel de inspección, utilizaremos el nivel II que se utiliza cuando pocos productos son rechazados.
- Determinar el tipo de muestreo en este caso será un muestreo simple, con un tamaño L de lote y una muestra n de cada lote, para determinar un numero de aceptación c, y de acuerdo con la cantidad de unidades con defectos el lote es aceptado o rechazado.
- De acuerdo con la letra código y el nivel de calidad, de la tabla para inspección normal con muestreo siempre, determinaremos el estándar de la muestra de manera directa.
- Realizaremos un ejemplo para determinar el tamaño de la muestra

Ejemplo: Se van a recubrir 5 tarimas, cada tarima contiene 44 tableros de aglomerado que se prensara con color WEMGUE, la organización tiene normado el **1,5% de nivel de calidad aceptable**, y con un nivel general de inspección II.

Tabla 35: Letras códigos para tamaño de muestra MIL STD 105E

TAMAÑO DE LOTE	NIVELES ESPECIALES DE INSPECCIÓN				NIVELES GENERALES DE INSPECCIÓN		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B

9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
6 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
1 51 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 a 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 y mas	D	E	H	K	N	Q	R

Tabla 36: Tabla para inspección normal. Muestreo simple (MIL STD 105E).

c	n	Valores de p_A - AQL																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1.000		
A	2																												
B	3																												
C	5																												
D	8																												
E	13																												
F	20																												
G	32																												
H	50																												
J	80																												
K	125																												
L	200																												
M	315																												
N	500																												
P	800																												
Q	1.250																												
R	2.000																												

Resultado: el tamaño de muestra asociado con esta letra es $n = 32$, y si $NCA = 0.15\%$, entonces en la intersección correspondiente el plan que se encuentra es $Ac = 1$, $Re = 2$, y el tamaño de muestra a usar es $n = 32$.

Anexo 17: Definición de gramaje de papel y medida estándar

1. GRAMAJE DE PAPEL

Se toma muestras de los papeles existentes en planta, y se comparan con el papel color blanco del proveedor imegassa el cual presenta un mejor comportamiento después del proceso de recubrimiento, las pruebas se realizan en el laboratorio de control de calidad.

GRAMAGE PAPELES RECUBRIMIENTO					
PROVEEDOR	COLOR	GRAMAGE	ESP.	HUM.	% DIFERENCIA GRAMAGE MADEREADOS VS BLANCO
		gr/cm ²	mm	%	
Imegasa	Blanco	1.68	0.17	6.88	
Lignadecor	Blanco	1.70	0.13	9.27	
Interprint	Wengue	1.67	0.13	12.90	-0.60%
	Olmo	1.64	0.13	10.88	-2.44%
	Mangata				
	Sacro	1.66	0.14	11.49	-1.20%
	Cenit	1.94	0.17	13.87	13.40%
	Petra	1.67	0.14	13.42	-0.60%
	Gris Epico	1.87	0.17	10.71	10.16%
	Mokaccino	1.70	0.14	14.86	1.18%
	Álamo	1.66	0.14	12.93	-1.20%
Impress	Lienzo	1.64	0.13	7.24	-2.44%
	Almendra	1.87	0.22	8.72	10.16%
	Encino	1.66	0.15	10.53	-1.20%
	Marrón				
	Terra	1.68	0.15	10.60	0.00%
	Sepia	1.79	0.17	10.06	6.15%
	Roble	1.72	0.17	8.33	2.33%
	Venecia				

	Tintoretto	1.74	0.17	10.83	3.45%
	Canela	1.73	0.17	9.32	2.89%
	Casta Fume	1.74	0.17	8.75	3.45%
	Negro	2.10	0.20	13.76	20.00%
	Blanco	1.66	0.14	10.00	-1.20%
	Gris Industrial	1.69	0.16	6.13	0.59%
	Roble Chic	1.67	0.16	5.06	-0.60%
Losan	Tabaco	1.68	0.15	14.00	0.00%
	Roble	1.77	0.15	11.39	5.08%
	Yute	1.57	0.13	9.79	-7.01%
Confalonieri	Trufa	2.08	0.19	9.57	19.23%
	Haya	1.67	0.17	9.15	-0.60%
	Cerezo	1.63	0.18	9.27	-3.07%
	Alba	1.67	0.15	9.68	-0.60%
	Gris	2.03	0.17	9.63	17.24%
	Titanio	1.62	0.15	11.72	-3.70%
	Luna	1.74	0.14	9.38	3.45%
Schattdecor	Morroco	1.86	0.17	9.30	9.68%
	Catania	1.77	0.15	7.88	5.08%
	Roble Naz	1.88	0.16	6.86	10.64%
	Cedro Merakc	1.87	0.14	9.88	10.16%
	Ocaso	1.88	0.16	10.86	10.64%
	Nuez	1.78	0.15	9.88	5.62%
	Alaska	1.87	0.16	7.39	10.16%
	Portobelo	1.80	0.15	10.93	6.67%
	Roble Miel	1.78	0.14	10.19	5.62%
	Nogal Paris	1.63	0.16	11.56	-3.07%
	Bl Cotopaxi	2.11	0.17	6.50	20.38%

	Verde Silvestre	1.75	0.15	10.26	4.00%
	Cosmopolita	1.96	0.16	8.24	14.29%
	Roble Natural	1.95	0.16	4.86	13.85%
	Azul Urbano	1.70	0.14	13.86	1.18%

En el cuadro se encuentra detallado los porcentajes de desbalance comparados con papel blanco del proveedor Imegassa que presenta un comportamiento ideal.

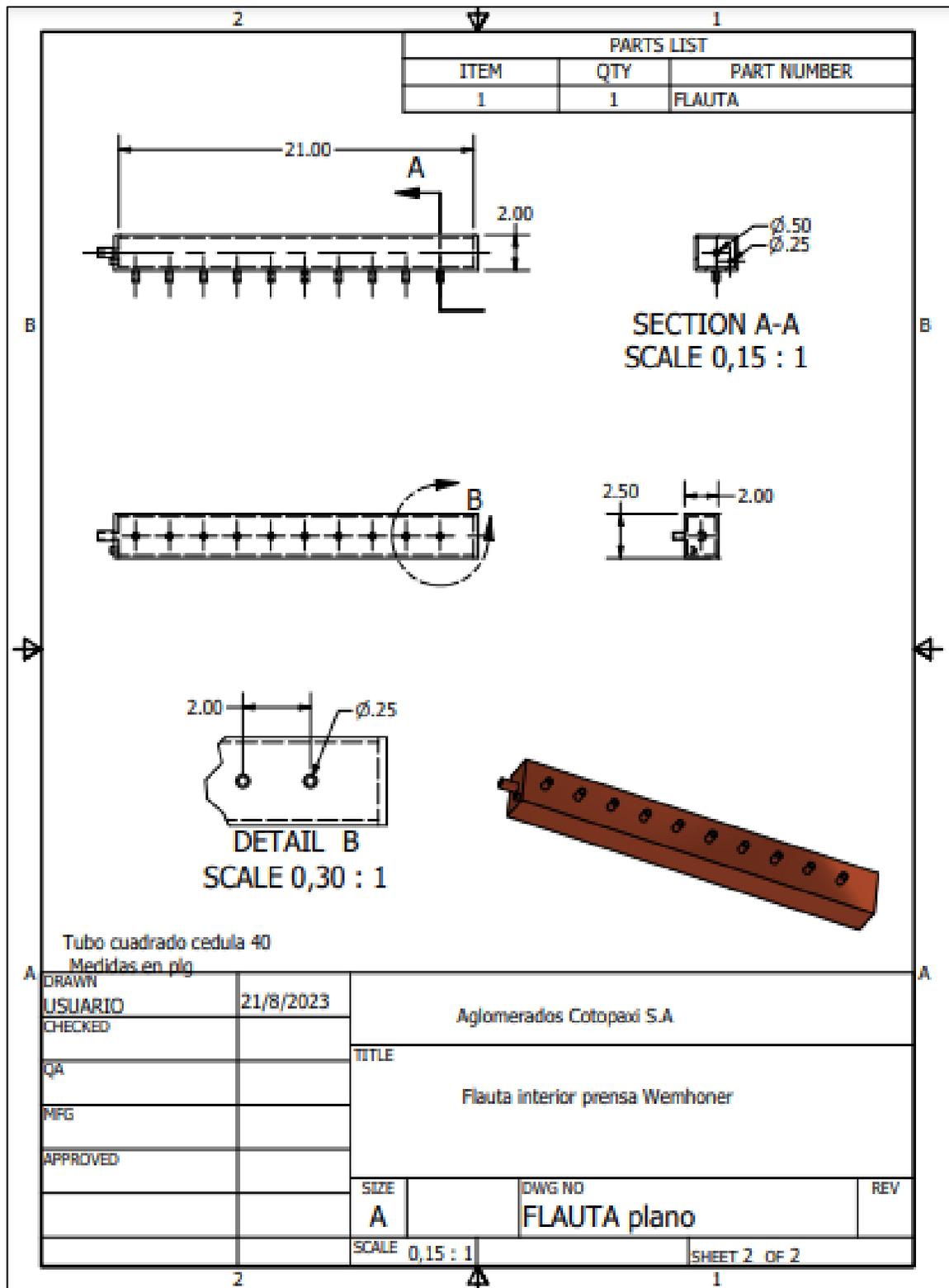
Como dueños del proceso se considera a los valores mayores al 6% un papel que puede pedir al proveedor una mejora en la calidad y características.

2. MEDIDAS DEL PAPEL

PROVEEDOR	MEDIDAS	
	LARGO	ANCHO
Imegassa	2160	2460
Lignadecor	2170	2470
Interprint	2167	2470
Impress	2160	2460
Losan	2165	2470
Confalonieri	2165	2465
Schattdecor	2165	2465

Las medidas ideales para recubrir tableros es 2160X2460, los proveedores que se ajustan a esta medida actualmente son 2 Imegassa e Impress, el resto de los proveedores tendrá que entregar el papel de acuerdo con nuestro requerimiento.

Anexo 18: Plano de diseño de flauta de aire para interior de prensa Wemhoner



Anexo 19 Diseño de carta de control para variables

CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO																								
PRENSA		CLIENTE										CALIBRADOR:					OPERADOR:							
FECHA		HORA										UNIDAD DE MEDIDA					SUPERVISOR:							
PRODUCTO	MUESTRA	COLOR	CLIENTE	ANCHICO					LARGO					MAX	MIN	RANGO	MEDIA X	LCS	LCI	RANGO	LCS R	LCI R		
				ESP 1	ESP 2	ESP 3	ESP 4	ESP 5	ESP 6	ESP 7	ESP 8	ESP 9	ESP 10											
Dura mela	1	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728
Dura mela	2	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15	0,18	15,11	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728
Dura mela	3	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15	15	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728
Dura mela	4	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	14,9	15,2	15,2	14,9	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	14,9	0,18	15,14	15,1376667	15,165207	15,11013	0,3	0,08272	0,27728	
Dura mela	5	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	6	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15	15	0,18	15,13	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	7	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	8	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	0,18	15,15	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	9	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	0,18	15,14	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	10	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	11	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	0,18	15,18	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	12	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	14,9	14,9	15,1	15,1	15,1	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	14,9	0,18	15,11	15,1376667	15,165207	15,11013	0,3	0,08272	0,27728	
Dura mela	13	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15	0,18	15,14	15,1376667	15,165207	15,11013	0,3	0,08272	0,27728
Dura mela	14	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,2	15,1	0,18	15,15	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	15	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,1	0,18	15,14	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	16	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15	15	15	15,1	15	15,2	15	0,18	15,11	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	17	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	18	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	19	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15	19	0,18	15,12	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	20	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15	19	0,18	15,12	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	21	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	22	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15	15	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	0,18	15,09	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	23	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,15	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	24	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	25	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,16	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	26	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	14,9	14,9	14,9	15,2	15,2	14,9	0,18	15,09	15,1376667	15,165207	15,11013	0,3	0,08272	0,27728	
Dura mela	27	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15	15,1	15,1	15	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15,2	15	15	0,18	15,1	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	28	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,1	15,2	15,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	0,18	15,17	15,1376667	15,165207	15,11013	0,1	0,08272	0,27728	
Dura mela	29	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15	15	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15	0,18	15,1	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
Dura mela	30	WENGUE/WENGUE	Darwin Morales	15,1	15,2	15,2	15,1	15	15,1	15,1	15,1	15	15	15,2	15	0,18	15,09	15,1376667	15,165207	15,11013	0,2	0,08272	0,27728	
																	0,18	15,1377			0,18			

PROMEDIO X										RANGO R									

<p>INTERPRETACIÓN</p> <p>Proceso bajo control: los puntos están ubicados de forma aleatoria</p> <p>Proceso fuera de control: Uno o varios puntos fuera del límite de control</p> <p>Siete o más puntos consecutivos con la misma tendencia creciente o decreciente</p> <p>Siete o más puntos de forma consecutiva arriba o abajo de la línea central.</p>	<p>INDICACIONES PARA ACTUAR EN EL PROCESO</p> <p>Identifique y señale las condiciones fuera de control</p> <p>En caso de hacer cambios, en el proceso productivo, tome nota</p> <p>Con el supervisor encargado reporte la novedad a control de calidad.</p>
NOTAS	