



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE
CALIDAD DE UNA PLANTA DE TABLEROS
CONTRACHAPADOS, SUSTENTADO EN
METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA**

POR: VIVIANA ANDREA LILLO GARRIDO

PROFESOR(ES) GUÍA: DR. CRISTIAN PALMA INFANTE.

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

SANTIAGO – CHILE
2024



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE
CALIDAD DE UNA PLANTA DE TABLEROS
CONTRACHAPADOS, SUSTENTADO EN
METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA**

POR: VIVIANA ANDREA LILLO GARRIDO

Proyecto de Grado presentado a la Comisión integrada por los profesores:

PROFESORES GUIA: Dr. Cristian Palma Infante.

PROFESOR INTEGRANTE 1: Paola Anaya Domínguez, PhD

PROFESOR INTEGRANTE 2: Norman Garrido Cabezas, PhD

Para completar las exigencias del Grado de Magíster en Ingeniería Industrial y de
Sistemas

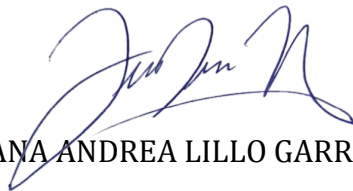
Mayo, 2024

Santiago, Chile

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Por medio de la presente, declaro que el trabajo titulado: **PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD DE UNA PLANTA DE TABLEROS CONTRACHAPADOS, SUSTENTADO EN METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA**, que presento a la Universidad del Desarrollo de Chile, es de mi autoría (o co-autoría) y no ha sido publicado previamente, ni está siendo considerado para publicación bajo otra filiación. En igual sentido, declaro que el trabajo de tesis y su contenido, son originales y que todos los datos y referencias a trabajos ya publicados con anterioridad han sido debidamente identificados, referenciados o citados en el documento, y que estas citas han sido incluidas en las referencias bibliográficas. Afirmo, asimismo, que los materiales presentados no se encuentran protegidos por derechos de autor; y en caso de que así lo estuvieran, me hago responsable de cualquier litigio o reclamo relacionado con la violación de derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad del Desarrollo de Chile.

Finalmente, me comprometo a no someter este trabajo (o parte de este), a consideración en ninguna revista o congreso para publicación sin contar con la aprobación y haber pasado el debido proceso de revisión en Universidad del Desarrollo. En caso de que un artículo sea aprobado para su publicación, autorizo a la Universidad del Desarrollo a incluir dicho artículo en sus revistas, y a reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y comunicarlo en el país y en el extranjero, por medios impresos, electrónicos, Internet o cualquier otro medio, para propósitos científicos y sin fines de lucro.



VIVIANA ANDREA LILLO GARRIDO

Firma

*Dedicado a mis hijos Sofía y José Miguel por
su infinita paciencia y comprensión en los
momentos que tuve que estar ausente de
sus vidas por realizar mí sueño.*

AGRADECIMIENTOS

Llegado el final de esta etapa, que se prolongó más de lo que debió ser por distintas circunstancias de la vida, quisiera manifestar mi más sincero agradecimiento a quienes me animaron y desafiaron para llevar esto a su fin, sin duda fueron muchas personas que de distintas maneras me fueron ayudando en este camino y me impulsaron para llegar al final, sin ellos quizás me hubiese rendido.

Quisiera agradecer en primer lugar a mi casa de estudio, primero por aceptarme en este programa y luego por hacer que la experiencia sea maravillosa gracias a la calidad de sus académicos que nos mostraron tanto fundamentos acabados como recetas para aplicar en nuestro día a día. Me gustaría destacar en particular al profesor Héctor Valdez por el gran compromiso con sus alumnos, en algún momento dijo “yo no dejo heridos en el camino” y realmente no lo hace, nos impulsa desafía y apoya, sin duda un gran director del programa. Tampoco puedo dejar de mencionar a mi profesor guía Cristian Palma por su apoyo, empuje y constante atención hacia mi trabajo.

A mis compañeros de estudio, Fernando Olivero, Cristian Godoy y Fabián Vidal con quienes pasamos largas horas de trabajo, sé que tendrán mucho éxito en sus futuros.

A mi familia por su constante apoyo, mis hijos por el tiempo que les adeudo, mi amado marido por respaldar y creer en mis esfuerzos y mi querida Brujita que siempre está a mi lado apoyando fielmente, los amo.

No puedo dejar fuera a mi organización CMPC quien financio parte de mis estudios con su programa de becas, gracias por creer y confiar en mí. Gracias a mi jefe Jorge Reyes quien confió en mí.

PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD DE UNA PLANTA DE TABLEROS CONTRACHAPADOS, SUSTENTADO EN METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA

Viviana Andrea Lillo Garrido

Bajo la supervisión del Profesor Cristian Palma Infante, Dr., en la Universidad del Desarrollo de Chile

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta de modelo de gestión de calidad basada en metodología Lean Six Sigma para la aplicación en el proceso de fabricación de tableros contrachapados. El objetivo de esta investigación es proponer un modelo de gestión de calidad con base en metodología lean six sigma para el logro de los objetivos productivos disminuyendo los rechazos operacionales. Para lograrlo se propone una aproximación cualitativa a las opiniones de subgerentes (2), jefe de áreas (4), supervisores de producción (4), ingenieros de procesos (2) y personal técnico del área de calidad (2), basada en entrevistas semi estructuradas y considerando una muestra por conveniencia, para entender cómo y cuáles son los procesos y variables claves, para mejorar el actual sistema de gestión de calidad. Los datos muestran que las personas entrevistadas no tienen amplio conocimiento de la metodología Six Sigma y los potenciales beneficios en la gestión de calidad del proceso de fabricación de tableros contrachapados. Por otra parte, se tiene que en la actualidad se maneja el control de gran número de variables que no son correctamente analizadas y se desconoce su impacto real en los resultados desgastando al equipo en actividades que no agregan valor. Se concluye que la incorporación de un modelo de gestión de calidad basado en la metodología Lean Six Sigma en el proceso de gestión de calidad en fabricación de tableros contrachapados, permitirá: definir, medir, analizar, mejorar y controlar las variables críticas de los procesos, focalizando los esfuerzos y recursos disponibles en aquellas que son de mayor impacto en resultados de calidad, rendimiento y costos.

PALABRAS CLAVE: Lean Six Sigma, excelencia operacional, DMAIC, Tablero contrachapado industria forestal, mejora continua.

HIGHLIGHTS

PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD DE UNA PLANTA DE TABLEROS CONTRACHAPADOS, SUSTENTADO EN METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA

VIVIANA ANDREA LILLO GARRIDO

- Propuesta modelo de calidad Lean six sigma
- Considera opinión de 14 integrantes de una industria de contrachapados
- Opinión de 14 integrantes en entrevistas semi estructuradas
- Control ineficiente de variables
- Modelo Six Sigma enfoca esfuerzos y recursos

ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES CRÍTICAS PARA UN MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA PLANTA DE TABLEROS CONTRACHAPADOS.	9
1.2	BREVE DISCUSIÓN DE LA LITERATURA	9
1.3	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO.....	11
1.4	OBJETIVO GENERAL.....	12
1.4.1	<i>Objetivos específicos</i>	12
1.5	PROPUESTA METODOLÓGICA	12
1.6	ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	15
2	INFORMACIÓN Y RESULTADOS	17
2.1	PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS	17
2.2	PROCESO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN.....	20
2.3	LOS DATOS RECOGIDOS:	20
2.4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	23
2.5	ESTRATEGIAS DE EVIDENCIA CIENTÍFICA	31
2.6	MODELO CONCEPTUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD.....	32
2.7	DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL MODELO.....	33
3	ARTÍCULO	34
4	CONCLUSIONES GENERALES	46
4.1	PROPUESTA PARA TRABAJOS FUTUROS	48
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
6	ANEXO: REPORTE DE PLAGIO.....	51

1 INTRODUCCIÓN

Toda empresa, se encuentra en una constante búsqueda de metodologías y tecnologías que le permitan tener procesos más eficientes y productivos al menor costo posible, aumentando así la rentabilidad. Es por ello que contar con un modelo de gestión de la calidad sustentado en la metodología Lean Six sigma es esencial, ya que un modelo como este ofrece un enfoque sistemático que en consecuencia permite la reducción de defectos a través la identificación y eliminación de ellos, mejorando la eficiencia operativa lo que se traduce finalmente en la reducción de costos. Six Sigma por su parte pone un fuerte enfoque en entender las necesidades del cliente, si se logra mejorar la calidad la empresa obtendrá un aumento en la satisfacción de sus clientes logrando así la fidelización de estos. Cuando se implementa metodología Six Sigma en los procesos productivos las decisiones son tomadas en función del análisis de datos obtenidos del mismo proceso utilizando herramientas estadísticas duras que permiten identificar con mayor precisión las oportunidades de mejora focalizando los esfuerzos en aquellas variables de mayor impacto en el resultado de la organización. Los modelos sustentados en metodología Lean Six Sigma fomentan la cultura de mejora continua involucrando a todos los empleados en la identificación de las brechas, esto permite a las organizaciones fomentar el trabajo más colaborativo. Como así también este tipo de metodologías promueve la estandarización de calidad, el tener procesos más estables garantizará que obtengan sus productos con excelencia.

CMPC Maderas S.p.A, tiene su única planta de tableros contrachapados ubicada en la Región de la Araucanía, encargada de generar su producto Selex, con una capacidad productiva de aproximadamente 500.000 m³ anuales. Esta empresa proyecta convertir sus tableros contrachapados en el producto de mayor rentabilidad, luego de la celulosa, con un producto de selección que se produce bajo estrictas normas de calidad. El tablero contrachapado corresponde a madera reconstituida técnicamente, o de ingeniería con un doble fin, obtener un producto más homogéneo y de mayor calidad junto con un mejor aprovechamiento de un recurso forestal cada vez más escaso. Este es elaborado con finas chapas de madera pegadas con el sentido de las fibras unidas de manera perpendicular una sobre la otra con resinas sintéticas (fenólicas, ureicas) mediante fuerte presión y calor.

Uno de los factores relevantes para lograr reducir costos es la eficiencia de los procesos con el fin de reducir rechazos de tableros, se estima que cada m³ de tablero rechazado tiene un impacto de a lo menos 150 USD de pérdida, y para una empresa con esta envergadura de producción anual del orden de 500 mil metros cúbicos, urge establecer modelos y métodos robustos que permitan alcanzar los objetivos a través de la reducción de la variabilidad de sus procesos. Esto es necesario para suplir la demanda de pedidos de clientes sin retrasos por aumento en los ciclos de producción a consecuencia de sobre producir porque una porción no menor no cumple con las características y especificaciones requeridas de calidad. Es por ello, dado que hoy se tiene una rutina y disponibilidad de datos que son entregados por los controles rutinarios de calidad de CMPC Maderas planta Plywood, este trabajo pretende desarrollar un modelo conceptual de gestión de la calidad basado en la metodología lean Six Sigma que sirvan como apoyo a la toma de decisiones basados en datos y que fomente la mejora continua y el enfoque al cliente mediante la creación de estándares de calidad consistentes.

1.1 Identificación de variables críticas para un modelo de gestión de calidad en una planta de tableros contrachapados.

Dado el contexto que ha sido presentado en la introducción, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento: ¿Cuáles son las variables pertinentes para un modelo de gestión de calidad que deben ser controladas en una planta de tableros contrachapados?

En efecto, en la planta de contrachapado, a pesar de la existencia de una batería exhaustiva de controles, no se dispone de un análisis estadístico de las variables, lo que en consecuencia no permite determinar su valor agregado, y tampoco su real impacto en el proceso productivo.

1.2 Breve discusión de la literatura

A lo largo del tiempo, diversos autores han investigado el concepto de gestión de la calidad, delineándola según los resultados obtenidos en sus investigaciones y utilizando conceptos establecidos en el contexto de los Sistemas de Gestión de la Calidad. Estos sistemas se consideran herramientas básicas para optimizar los procesos de planificación, control,

aseguramiento y mejora de la calidad en una organización empresarial (Goetsch & Davis, 2021).

En el contexto del continuo mejoramiento, las organizaciones han evolucionado con el tiempo en sus prácticas de calidad. La creciente exigencia de los mercados y de los clientes, ha impulsado una visión estratégica de la calidad (Vergel-Ortega, 2015). Esto ha dado lugar al surgimiento de prácticas como el aseguramiento de calidad y la calidad total (TQM), las cuales han generado significativos beneficios para diversos tipos de organizaciones, logrando niveles destacados de desempeño y satisfacción del cliente (Andersson et al., 2006). En este contexto, han emergido diversas metodologías modernas, como Six Sigma y Lean Manufacturing, las cuales se han integrado a la estrategia organizacional tanto en el sector público como en el privado, en empresas de diferentes tamaños. Estas metodologías han proporcionado considerables beneficios en términos de eficiencia y efectividad (Felizzola y Luna, 2014).

Lean Six Sigma: Teoría y definiciones

Lean Manufacturing surge a partir de los principios desarrollados por el Sistema de producción de Toyota, enfocándose en la eliminación de desperdicios en las actividades (Senent y Gisbert, 2017). Es importante destacar que Lean Manufacturing se centra en las personas, delineando la estrategia para mejorar y optimizar un sistema de producción, con la principal meta de identificar y eliminar cualquier tipo de "desperdicio" presente en los procesos. Estos "desperdicios" se definen como aquellos procesos o actividades que utilizan más recursos de los necesarios. En la producción, se pueden identificar varios tipos de "desperdicios": inventario, sobreproducción, tiempo de espera, reproceso, transporte, movimientos, sobreprocesamiento y talento desperdiciado. Por otro lado, Six Sigma también es una metodología orientada a reducir la variabilidad en productos o procesos, con el objetivo de disminuir o eliminar defectos en un producto o servicio (Hernández y Vizán, 2013). El objetivo de Six Sigma es obtener un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), considerando un defecto como cualquier desviación que tenga el producto en función de los requisitos del cliente. Para esto, se utiliza la técnica del DMAIC; Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, de tal manera que, se pueda afrontar el análisis de las causas evitando así su repetición. Al unir ambos conceptos obtenemos Lean Six Sigma, lo que nos permite la disminución de los defectos estructuradamente en conjunto con la

mejora en el flujo de los procesos, evitando la fricción entre ellos, para que así se pueda obtener como resultado un servicio o producto en el tiempo que lo necesita el cliente, con una calidad correspondiente a la solicitada. Cabe destacar que el diagnóstico inicial es fundamental para definir los cambios futuros a realizar. Para esto, se utiliza un Mapa de Cadena de Valor o Value Stream Mapping (VSM), siendo éste un modelo gráfico que simboliza la cadena de valor, indicando el flujo de materiales e información desde el proveedor hasta el cliente. Su objetivo es plasmar un diagrama, de manera sencilla, en el que se indiquen todas las actividades presentes en el proceso y así identificar, a nivel global, donde se está produciendo la mayor cantidad de desperdicios, facilitando la visualización de las actividades que no aportan un valor al negocio, de tal manera que puedan ser eliminadas y así aumentar la eficiencia.

Finalmente, y habiendo revisado las principales contribuciones que aportan o han aportado a la línea de trabajo de este proyecto, es posible indicar que una oportunidad de desarrollo se encuentra en el hecho que no existe, para el caso de CMPC planta Plywood, un modelo de gestión de calidad basado en metodología Lean Six Sigma, que identifique las variables críticas que incrementan o reducen los rechazos. Lo que autoriza la siguiente como contribución para este proyecto de grado.

1.3 Contribución del trabajo

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido la incapacidad de logro de los objetivos operativos asociados al número máximo de rechazos productivos según planificación estratégica y operativa anual. Se propone entonces un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo. En este sentido esta investigación aplicada contribuye a la comprensión de las variables claves sobre las que se deben focalizar los esfuerzos en pos de los resultados requeridos.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, este proyecto considera los siguientes como objetivo general y objetivos específicos.

1.4 Objetivo general

Proponer un modelo conceptual de gestión de calidad con base en metodología lean six sigma para el logro de los objetivos productivos en el proceso de fabricación de tableros contrachapados, disminuyendo los rechazos operacionales y costos transversales, y mejorando la disponibilidad de productos para venta directa.

1.4.1 Objetivos específicos

- Diseñar un proceso de mejora continua basada en metodología Lean Six Sigma para optimizar las variables críticas y reducir los rechazos operacionales.
- Identificar las variables críticas del proceso de fabricación de tableros contrachapados que tienen impacto significativo en los rechazos operaciones y costos de fabricación.
- Establecer indicadores claves de desempeño (KPIs) para monitorear el progreso y cumplimiento del modelo de gestión de calidad.

1.5 Propuesta metodológica

Paradigma y Diseño: Se ha optado por emplear una metodología cualitativa, que se fundamenta basada en entrevistas semi estructuradas siguiendo las pautas propuestas por (Hernández y Vizán, 2013), para lograr detectar una serie de aspectos que permitan establecer una mejora en el actual sistema de gestión de calidad de planta Plywood, a través de la incorporación de metodología Lean Six Sigma, entendiendo cuáles son los procesos y variables claves.

Población sobre la que se efectuará el estudio: El estudio considera una muestra por conveniencia a 14 entrevistados, donde se tiene la participación de subgerentes (2), jefe de áreas (4), supervisores de producción (4), ingenieros de procesos (4) y personal técnico del área de calidad (2). Las principales profesiones son técnicos e ingenieros del rubro maderero o forestal. Las edades de los participantes varían entre 27 y 52 años, en relación con el género predomina el género masculino por sobre el femenino. La experiencia laboral en el rubro se mueve entre los 7 y 15 años, en su mayoría dentro de la misma planta productiva.

Entorno: El estudio se efectuó en la planta de fabricación de tableros contrachapados, Plywood, perteneciente a empresas CMPC. Esta planta es la única de este tipo dentro de la compañía, sus operaciones comienzan en el año 2007 con la puesta en marcha de su primera línea productiva, con una capacidad de producción de 250 mil metros cúbicos, la cual se ve ampliada al doble en el año 2014. Su foco es producir tableros de apariencia superior, dando valor agregado a su patrimonio forestal de trozos podados. CMPC proyecta convertir esta unidad de negocio en la segunda de mayor rentabilidad después de Celulosa. Los tableros son producidos bajo estrictas normas de calidad de producto para dar cumplimiento a las certificaciones internacionales voluntarias PS1-22 para EEUU, EN 13986 para Europa y As/Nzs 2269.0 para mercado Australiano y además cuentan con certificación FSC® y PEFC. La dotación de planta es del orden de 1.200 trabajadores, donde la mitad corresponde a personal y el restante 50% a personal de empresas contratistas focalizado a labores tales como: aseo industrial, equipos rodantes encargados del movimiento del material, una parte menor de operaciones, vigilancia, alimentación, dentro de otros que prestan soporte a las operaciones.

Planta Plywood se divide en las siguientes 4 áreas: 1) Producción, con todas las operaciones de los equipos del proceso productivo, 2) Mantenimiento, con el objetivo de mantener la continuidad operacional del negocio mediante programas de mantenciones preventivas y correctivas, 3) Calidad/Control Producción, quienes velan por cumplir las normas de calidad y planificar la producción, y 4) Seguridad/Medio Ambiente, quienes están a cargo de toda la gestión en prevención de riesgos y cuidados del medio ambiente interno y externo de planta.

Intervenciones: El instrumento considera 11 preguntas cuyo desarrollo permite abordar coherentemente el objetivo planteado. Para validar el instrumento de manera correcta, primero se llevó a cabo una prueba piloto de las entrevistas para verificar si las preguntas eran capaces de obtener la información requerida para el estudio. Después de esta fase piloto, se implementó la versión final de las entrevistas, las cuales se realizaron tanto de manera presencial como a través de video llamadas en la plataforma Microsoft Teams. Todas las entrevistas fueron grabadas con el consentimiento previo de los participantes.

Etapas 1: Caracterización y comprensión del entorno productivo actual

1. ¿Cómo aporta el actual sistema de gestión de calidad al logro de los resultados del negocio?

2. ¿Qué problemas se presentan a la hora de la detección de brechas de calidad productiva?

3. En la práctica, ¿cómo aporta el rol del analista de calidad en la concreción del objetivo?

a. ¿Es adecuado el rol? ¿Lo mejoraría? ¿Cómo?

4. Desde la detección de datos, hitos y control actual de variables: ¿Qué beneficios u oportunidades detecta en la gestión de dicha información?

5. Si alguna etapa del proceso de calidad existente, en su opinión no funciona: ¿Qué tipo de adaptación propondría?

Etapas 2: Propuesta para mejorar entorno de calidad productiva

6. Según usted: ¿Cómo se puede modificar la situación actual para mejorar la gestión de calidad en cualquiera de sus etapas del proceso de manera rápida?

a. ¿Qué variables o indicadores considera relevantes de gestionar dentro del proceso productivo? ¿Por qué?

7. En este contexto: ¿Tiene propuestas específicas (pueden ser etapas, variables, parámetros o flujos de información), de corto plazo y alto impacto? ¿Cuáles?

a. Si tuviera que focalizar sus esfuerzos para alcanzar los resultados esperados de calidad, ¿dónde lo realizaría y cómo?

8. Si se le propusiera una estrategia de cambio metodológico basada en un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio así planteado?

9. Para mayor eficiencia: ¿Cómo dibujaría un nuevo modelo del proceso? ¿Qué etapas debería contener? ¿Cómo relacionaría las etapas? Puede simplemente mejorar o modificar libremente las propuestas que otros han desarrollado previamente.

Etapas 3: Alerta sobre las transformaciones

10. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de gestión de calidad basado en variables claves y análisis de datos?

11.Cuál sería su principal aprensión respecto de la aplicación o implementación de un modelo simplificado que reduzca el número de variables que no agregan valor en la organización?

Plan de análisis de los datos: En base a los antecedentes recolectados se procede a tabular las respuestas, para así lograr identificar de manera estadística las principales categorías mencionadas por los encuestados. Posterior a ello se analizaron los datos obtenidos con la finalidad de identificar los aspectos más relevantes que influyen en el desempeño del actual sistema de gestión de calidad. Para finalizar, se analizó una propuesta de mejora en base a las principales brechas identificadas proponiendo las variables críticas que deben estar incluidas dentro de la gestión de calidad de planta Plywood.

Ética: Se procuró la participación informada y voluntaria de los entrevistados. Antes de comenzar las entrevistas y encuestas a los participantes, se les planteó el objetivo del estudio, clarificando que se mantendrán de manera confidencial las respuestas. No existió influencia implícita o explícita en las respuestas, esta se desarrolló sin ningún tipo de presión que pudiera afectar en el resultado del estudio y se respetó la libertad de participar o no sin presión, ni ofrecimiento de beneficios por ser parte de la investigación.

1.6 Organización y presentación de este trabajo

Este trabajo de grado posee cuatro capítulos principales y se organiza como sigue:

Capítulo 1: Presenta el marco conceptual del proyecto, contextualizándolo, proponiendo objetivos y discutiendo desde la literatura la pertinencia del foco de la investigación, su contribución, y presentando a su vez un marco metodológico para su desarrollo e implementación.

Capítulo 2: Asociado a recogida de información, modelos y datos. También explicita resultados.

Capítulo 3: El proyecto de grado, se presenta en formato resumido en un artículo académico que se estructura de la siguiente manera:

1. Título
2. Resumen
3. Introducción
4. Metodología
5. Resultados
 - a. Discusión de resultados

6. Conclusiones

7. Referencias

Capítulo 4: Finalmente las conclusiones generales derivadas de este trabajo, y una dirección para la investigación futura, la cual considera aquellas preguntas no contestadas durante el desarrollo de este trabajo, se presentan en este capítulo.

Referencias generales

Anexos

2 INFORMACIÓN Y RESULTADOS

Para abordar este trabajo de investigación se ha optado por una aproximación cualitativa, que permite considerar la siguiente estructura para la presentación de la información y sus análisis:

2.1 Procedimiento de recogida y análisis de datos

Esta investigación analiza dentro de una planta de producción de tableros contrachapados la implementación de un modelo de gestión de calidad basado en Lean Six Sigma. Por tal motivo, se llevó a cabo en el año 2024 entrevistas semi estructuradas con la finalidad de recoger información para su posterior análisis. En particular se solicitó responder preguntas y temáticas, explicando sus ideas y respuestas con sus palabras.

El método utilizado en este estudio es de carácter descriptivo, dado que se miden y recolecta información dentro de la empresa en diferentes aspectos o dimensiones del elemento en la investigación.

Fechas en que se recogieron los datos:

Entre agosto de 2023 y diciembre 2023.

Entre febrero de 2024 y abril 2024.

Coherencia con lo planificado:

La entrevista propuesta inicialmente, debió ser modificada parcialmente desde el piloto de la entrevista, agregando y modificando preguntas en sus etapas, para hacerla más precisa y coherente.

Se aplicó el mismo instrumento a todos los intervinientes.

Fortalezas y debilidades del proceso:

Fortalezas:

- Proceso rápido
- Con consentimiento informado, y transparencia
- Proceso ético
- Bien recibido por la empresa
- Permitted dar respuesta a la pregunta de investigación

Las debilidades propias de la investigación de contexto se circunscriben a:

- Para generalizar resultados, la muestra debe ser mayor
- Considerar otras empresas del rubro
- Analizar más exhaustivamente la utilización de otros instrumentos como encuestas, y/o métodos matemáticos-estadísticos

Población y muestras

Además de lo planteado en el marco metodológico, en la sección de población sobre la que se efectuará el estudio, donde se identifica la muestra, se hace notar que para la selección de participantes se utilizó una muestra no probabilística ya que se seleccionó a profesionales dentro de la organización porque se estimó que pudieran tener mayor conocimiento de la materia.

Instrumento.

Como se indicó anteriormente, para recoger información sobre el tema denominado sistema de continuidad de negocio, se utilizó el cuestionario con base en tres etapas. Este cuestionario que sirve en una primera instancia para lograr introducir al entrevistado sobre el tema de continuidad de negocio y su percepción respecto al tema. Este instrumento consta de once preguntas, todas respuestas abiertas, de la misma forma como se muestra en la tabla siguiente.

1. ¿Cómo aporta el actual sistema de gestión de calidad al logro de los resultados del negocio?
2. ¿Qué problemas se presentan a la hora de la detección de brechas de calidad productiva?
3. En la práctica, ¿cómo aporta el rol del analista de calidad en la concreción del objetivo?
 - a. ¿Es adecuado el rol? ¿Lo mejoraría? ¿Cómo?
4. Desde la detección de datos, hitos y control actual de variables: ¿Qué beneficios u oportunidades detecta en la gestión de dicha información?
5. Si alguna etapa del proceso de calidad existente, en su opinión no funciona: ¿Qué tipo de adaptación propondría?
6. Según usted: ¿Cómo se puede modificar la situación actual para mejorar la gestión de calidad en cualquiera de sus etapas del proceso de manera rápida?
 - a. ¿Qué variables o indicadores considera relevantes de gestionar dentro del proceso productivo? ¿Por qué?
7. En este contexto: ¿Tiene propuestas específicas (pueden ser etapas, variables, parámetros o flujos de información), de corto plazo y alto impacto? ¿Cuáles?
 - a. Si tuviera que focalizar sus esfuerzos para alcanzar los resultados esperados de calidad, ¿dónde lo realizaría y cómo?
8. Si se le propusiera una estrategia de cambio metodológico basada en un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio así planteado?
9. Para mayor eficiencia: ¿Cómo dibujaría un nuevo modelo del proceso? ¿Qué etapas debería contener? ¿Cómo relacionaría las etapas? Puede simplemente mejorar o modificar libremente las propuestas que otros han desarrollado previamente.

10. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de gestión de calidad basado en variables claves y análisis de datos?
11. ¿Cuál sería su principal aprensión respecto de la aplicación o implementación de un modelo simplificado que reduzca el número de variables que no agregan valor en la organización?

Este cuestionario se aplicó como elemento de consulta durante las entrevistas personales realizadas, previo consentimiento informado. A partir de dichas instancias se provoca un espacio de conversación en relación con la implementación de un modelo de gestión de calidad basado en Lean Six Sigma

2.2 Proceso de recogida de información

Como se ha indicado anteriormente, se aplicó un instrumento basado en una entrevista semi-estructurada, a través de un cuestionario de respuestas abiertas las que han permitido agrupar las respuestas por categorías claves, concentrando la información para analizarla posteriormente de forma cualitativa.

2.3 Los datos recogidos:

La agrupación de resultados por categorías claves, agrupando la información para su posterior análisis queda dada por la siguiente tabla.

Preguntas	Categorías	%
1: ¿Cómo aporta el actual sistema de gestión de calidad a alcanzar los resultados del negocio?	Cumplimiento especificaciones técnicas.	57%
	Seguimiento KPI rechazos	36%
	Controles rutinarios de proceso.	21%
2: ¿Qué problemas se presentan a la hora de la detección de brechas de calidad productiva?	Identificación tardía de defectos	57%
	Falta monitoreo en tiempo real.	40%
	Falta de capacitación del personal en técnicas avanzadas de calidad.	29%

3: En la práctica, ¿cómo aporta el rol del analista de calidad en la concreción del objetivo?	Ente fiscalizador	43%
	Identificando causas raíces de desvíos	36%
	Incorporación de herramientas de análisis.	21%
4: Desde la detección de datos, hitos y control actual de variables: ¿Qué beneficios u oportunidades detecta en la gestión de dicha información?	Incorporar herramientas Lean para identificar desperdicios del sistema.	43%
	capacitar personal de calidad en análisis predictivo	43%
	Implementar monitoreo en tiempo real	14%
5: Si alguna etapa del proceso de calidad existente, en su opinión no funciona: ¿Qué tipo de adaptación propondría?	Implementación de modo de falla FMEA	64%
	Realizar correlaciones para determinar variables críticas	29%
	Implementar controles en puntos críticos	7%
6: Según usted: ¿Cómo se puede modificar la situación actual para mejorar la gestión de calidad en cualquiera de sus etapas del proceso de manera rápida?	Implementar inspecciones automatizadas en línea	50%
	Incorporar análisis estadístico de procesos	29%
	Formar equipos de trabajo multidisciplinarios	21%
7: En este contexto: ¿Tiene propuestas específicas (pueden ser etapas, variables, parámetros o flujos de información), de corto plazo y alto impacto? ¿Cuáles?	Reuniones diarias de calidad	71%
	Herramientas de control estadístico de proceso	14%
	Realización de proyectos kaizen.	14%

8: Si se le propusiera una estrategia de cambio metodológico basada en un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio así planteado?	Permitiría concentrarse en variables críticas	50%
	Elimina esfuerzos innecesario	36%
	Quedaría tiempo para otras actividades.	14%
9: Para mayor eficiencia: ¿Cómo dibujaría un nuevo modelo del proceso? ¿Qué etapas debería contener? ¿Cómo relacionaría las etapas? Puede simplemente mejorar o modificar	Definición de objetivos	43%
	Identificación de oportunidades	36%
	Mejora continua de los procesos	21%
10:¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de gestión de calidad basado en variables claves y análisis de datos?	Resistencia al cambio	36%
	Falta de comprensión de nueva modalidad	29%
	Falta de conocimiento técnico de las herramientas	29%
11: Cuál sería su principal aprensión respecto de la aplicación o implementación de un modelo simplificado que reduzca el número de variables que no agregan valor en la organización?	Que se omitan variables relevantes	100%

2.4 Análisis e interpretación de los datos

Para analizar e interpretar los datos recogidos, estos se analizan según cada ítem resaltando aquellas palabras o frases determinadas como claves.

Etapas 1: Caracterización y comprensión del entorno productivo actual

Ítems 1: ¿Cómo aporta el actual sistema de gestión de calidad al logro de los resultados del negocio?

Si revisamos los resultados generales de la primera pregunta del cuestionario nos encontramos que un 57% de los entrevistados cree que el aporte del sistema actual de gestión de calidad está dado por cumplimiento de especificaciones técnicas, lo que se respalda con opiniones tales como: “El sistema de gestión de calidad actual está diseñado para asegurar que los productos cumplan con las especificaciones técnicas y de cliente. Sin embargo, debido a los altos rechazos, es bastante evidente que el sistema no está siendo completamente efectivo” (Entrevistado 1, 40 años. Este resultado es levemente superior en el caso de seguimiento KPI rechazos (36%), y aunque no son cambio que se oponen a los primeros hallazgos, destacan: “Aporta parcialmente al logro de los resultados del negocio al identificar problemas, pero necesita mejoras para reducir los rechazos y optimizar la producción.” (Entrevistado 2, 33 años); “existe envío periódico de en cuanto vamos con el rechazo pero no se gestionan profundamente las causas para reducir los rechazos” (Entrevistado 6, 26 años). En cualquiera de los dos primeros casos, la cifra total es elevada, más si tenemos en cuenta que solo un 21% menciona como relevante que se tienen diversos controles de calidad de proceso turno a turno.

Ítems 2: ¿Qué problemas se presentan a la hora de la detección de brechas de calidad productiva?

Al revisar los resultados de la segunda pregunta se tiene un 57% de los cree que se tiene identificación tardía de defectos lo que se respalda con opiniones tales como: “Existe ineficiencia en los procesos de inspección” (Entrevistado 9, 38 años); “Hasta ahora aún no se ha logrado llegar a los presupuestos de rechazos porque no se han detectados las causas que originan los defectos de manera oportuna” (Entrevistado 11, 41 años). Este resultado es

similar en el caso de falta monitoreo en tiempo real (40%), donde los primeros hallazgos, destacan: “existe mucha disponibilidad de información tardía y que no se gestiona, no se tienen planes de acción elaborados para cubrir las brechas” (Entrevistado 15, 43 años); “se siguen KPI, pero las cosas sólo suceden, no se tiene una estrategia de control elaborada de manera formal” (Entrevistado 6, 42 años). Para continuar un 29% cree que falta capacitación al personal de calidad en técnicas avanzadas de calidad. “su impacto está limitado por herramientas y procedimientos inadecuados, y falta de integración en el proceso de producción”. (Entrevistado 9, 28 años)

Ítems 3: En la práctica, ¿cómo aporta el rol del analista de calidad en la concreción del objetivo? a. ¿Es adecuado el rol? ¿Lo mejoraría? ¿Cómo?

Al revisar los resultados de ítem 3 nos encontramos que se tiene un 43% de entrevistados que el rol del analista es un ente fiscalizador lo que se respalda con opiniones tales como: “El analista de calidad desempeña un rol crucial al realizar inspecciones y auditorías. (Entrevistado 12, 45 años). Por otra parte el 36% cree que el analista cumple un rol relevante en la identificando causas raíces de los desvíos, esto se evidencia en respuestas como la siguiente: “El analista es el encargado de identificar causas raíz de defectos y recomendar acciones correctivas, pero la gran carga de trabajos no le da tiempo para analizar cómo debe”. (Entrevistado 1, 40 años). También sorprenden respuestas como:” El analista de calidad en su mayoría tienen experiencia en el proceso, sin embargo, su impacto está limitado por herramientas y procedimientos inadecuados, y la falta de integración en el proceso de producción”. (Entrevistado 9, 28 años). Finalmente, nos encontramos que un 21% de los entrevistados considera que modificaría la situación actual mediante la incorporación de herramientas de análisis, lo que se respalda con opiniones tales como: “se recolecta un gran número de datos, que no son utilizados para hacer análisis profundo y encontrar las causas raíces de los defectos” (Entrevistado 6, 42 años).

Ítems 4: Desde la detección de datos, hitos y control actual de variables: ¿Qué beneficios u oportunidades detecta en la gestión de dicha información?

Si revisamos los resultados generales de la cuarta pregunta de la entrevista nos encontramos que un 43% de los entrevistados visualiza la necesidad de incorporar herramientas Lean, lo

que se respalda con opiniones tales como: “La metodología actual no es suficiente, existen otras como Lean que nos ayudarían a determinar actividades que agreguen valor” (Entrevistado 1, 40 años). Este resultado es similar en el caso de capacitar personal de calidad en análisis predictivo un 43% considera que la formación actual del personal de calidad es insuficiente para hacer análisis que nos permitan alcanzar el logro de resultados, destacan respuestas como: “hoy existe una batería importante de información, pero los analistas de calidad precisamente no analizan los datos, son tomadores de ellos, pero no se tiene gestión” (Entrevistado 6, 42 años. En cualquiera de los dos primeros casos, la cifra total es elevada, más si tenemos en cuenta que solo un 14% considera relevante para la toma de decisiones contar con monitoreo en línea en tiempo real de variables de proceso mientras el 86% está ubicado en las competencias analíticas del personal.

Etapas 2: Propuesta para mejorar entorno de calidad productiva

Ítems 5: Si alguna etapa del proceso de calidad existente, en su opinión no funciona: ¿Qué tipo de adaptación propondría?

Por último, si revisamos los resultados de la quinta pregunta de la entrevista nos encontramos que un 64% de los entrevistados consideraría relevante la implementación de modo de falla, lo que se respalda con opiniones tales como: “Propondría la adopción de herramientas de Lean Six Sigma como el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (FMEA) para identificar y mitigar riesgos” (Entrevistado 13, 41 años). Este resultado se complementa con la siguiente categorización donde se plantea realizar correlaciones para determinar variables críticas (29%), destacan respuestas donde se le da la relevancia de la siguiente manera: “se podrían aplicar herramientas como regresiones y determinar cuáles son realmente de impacto para los resultados del negocio, siento que hoy medimos varios puntos del proceso, pero no hay certeza de cual está moviendo el resultado de manera positiva o negativa” (Entrevistado 11 41 años); En cualquiera de los dos primeros casos, la cifra total es elevada, más si tenemos en cuenta que solo un 7% considera importante implementar controles en puntos críticos, esto debido a que hoy se tiene una exhaustiva batería de controles en los diversos puntos del proceso, sin dar los resultados esperados.

Ítems 6: Según usted: ¿Cómo se puede modificar la situación actual para mejorar la gestión de calidad en cualquiera de sus etapas del proceso de manera rápida?

Cuando los entrevistados se enfrentan a la pregunta de ítem 6 sus respuestas se pueden categorizar en un 50% con: implementar inspecciones automatizadas en línea, que permita de manera automática generar por ejemplo cartas de control de las variables estudiadas esto se ejemplifica en respuestas como la siguiente: “Tanto los operadores como los analistas toman muestras y registran números en sus planillas, pero estas no son capaces de advertir desvíos continuados, tendencias en alguna gráfica que les haga tomar una decisión o acción oportuna,” (Entrevistado 12, 45 años). Otro ejemplo es la siguiente respuesta: “Siempre llegamos tarde con análisis, los rechazos de tableros ya ocurrieron, no estamos evitando los problemas, solo los cuantificamos, falta mejorar la oportunidad de la información” (Entrevistado 3, 53 años. Siguiendo en el análisis del ítem 4 el 29% de los participantes muestra interés en modificar la situación actual mediante la incorporación de análisis estadístico de procesos. Esto queda demostrado en respuestas como la siguiente: “Necesitamos que todos los esfuerzos por la ardua variedad de controles nos permitan tomar acciones, esto hoy no es posible porque no se tiene capacidad para analizar los datos tomados (Entrevistado 13, 41 años). Al profundizar en la pregunta donde se busque determinar ¿Qué variables o indicadores considera relevantes de gestionar dentro del proceso productivo? ¿Por qué? Gran parte de los entrevistados mencionan que dentro de las variables más relevantes para el proceso de fabricación de tableros contrachapados, y en orden según el avance de las etapas de producción, de los cuales se requiere tener control y análisis en las serían las siguientes:

1. **Humedad de trozos**, porque la madera con una correcta humedad se ablanda mejor en el proceso de macerado y se facilita el proceso de debobinado.
2. **Temperatura y control del tiempo de macerado**, esto influye en la suavidad y la facilidad con que las fibras puedan ser separadas.

3. **Dimensional de láminas de madera debobinada.**, el dimensional tendrá impacto en el cumplimiento de especificaciones técnicas del producto terminado hacia las etapas siguientes.

4. **Humedad y temperatura de chapas secas.** Este resulta uno de los puntos más críticos en el proceso, de él depende la calidad de pegado, un exceso de humedad evitara que el adhesivo realice su trabajo, mientras una baja humedad otorgará fragilidad y quiebre en las láminas de madera.

5. **Aplicación y distribución de resina,** es crucial controlar la uniformidad de la aplicación de adhesivo para asegurar una adhesión adecuada y consistente

6. **Apilado de chapas,** la correcta alineación de chapas permite reducir el número de defectos en los productos terminados

Se sugiere que cada etapa debe estar interconectada mediante un sistema de monitoreo continuo que permita la retroalimentación inmediata y la acción correctiva en tiempo real.

En cuanto a KPIs, las opiniones de los entrevistados se detallan a continuación:

1. **Porcentaje de rechazo por calidad de materia prima.**
2. **Tasa de utilización de la materia prima.**
3. **Porcentaje de tableros contrachapados conforme a la normativa,** incluyendo dimensiones, resistencia y acabado superficial.
4. **Costo unitario de producción**

Ítems 7: En este contexto: ¿Tiene propuestas específicas (pueden ser etapas, variables, parámetros o flujos de información), de corto plazo y alto impacto? ¿Cuáles?

Si revisamos los resultados generales de la séptima pregunta de la entrevista nos encontramos que un 71% de los entrevistados cree indispensable generar de Reuniones diarias de calidad, lo que se respalda con opiniones tales como: “Nos encontramos en una crisis productiva por la alta tasa de generación de rechazos, es un fundamental poder reunirse y analizar los datos de manera periódica, idealmente diaria con personas de distintas áreas” (Entrevistado 1, 36 años). Otra opinión se recoge en el siguiente comentario: “Hoy se realizan reuniones, pero de carácter quincenal o mensual esto es muy tarde, la acumulación de rechazos ya es alta, no alcanzamos a revertir el cierre de mes” (Entrevistado 9, 28 años). Mientras un porcentaje menor sugiere con un 14% implementar Herramientas de control estadístico de proceso uno de los entrevistados menciona: “debemos hacer análisis estadístico del proceso, hoy tenemos mucha variabilidad, hay días buenos y días malos, pero no tenemos claridad de que es lo que mueve el resultado, seguimos la inercia y seguimos haciendo lo mismo de manera constante” (Entrevistado 10, 36 años) Finalmente el 14% restante indica la se evalué la posibilidad de realización de proyectos Kaizen “Debemos buscar la mejora continua por ejemplo ejecutando proyectos Kaizen, esto nos permitiría ir avanzando de a poco, pero primero debemos contar con el análisis y diagnóstico de la situación actual” (Entrevistado 9, 28 años).

La subpregunta del ítem 7 indica: Si tuviera que focalizar sus esfuerzos para alcanzar los resultados esperados de calidad, ¿dónde lo realizaría y cómo?

El 80% de los entrevistados indica que focalizaría los esfuerzos en la capacitación del personal, el mantenimiento preventivo de equipos que generar desvíos de calidad, y la optimización de los procesos críticos con seguimiento de variables que se pueda asegurar que son críticas y gatillantes. Esto se lograría mediante la implementación de programas de formación continua, la creación de un calendario de mantenimiento riguroso y la utilización de herramientas de Lean Six Sigma para identificar y eliminar desperdicios.

Ítems 8: Si se le propusiera una estrategia de cambio metodológico basada en un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la

producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio así planteado?

De acuerdo con los entrevistados, más del 70% consideraría La propuesta es favorable, ya que simplificar el modelo de seguimiento permite concentrarse en las variables que realmente afectan la calidad y la productividad. Esto puede llevar a una mejora significativa en los resultados al eliminar esfuerzos innecesarios y focalizar recursos en áreas críticas.

Ítems 9: Para mayor eficiencia: ¿Cómo dibujaría un nuevo modelo del proceso? ¿Qué etapas debería contener? ¿Cómo relacionaría las etapas? Puede simplemente mejorar o modificar libremente las propuestas que otros han desarrollado previamente.

Se considera que dentro de las etapas las que se repiten con mayor frecuencia entre los encuestados son 3: la definición de objetivos con un 43%, esto se refleja en respuestas de los entrevistados que indican: "Vamos a establecer metas concretas y alcanzables para guiar nuestro trabajo, sin ellas es muy difícil navegar, necesitamos estar bien alineados" (Entrevistado 3, 53 años). Otra respuesta relevante que está en la misma sintonía es: "antes de empezar, necesitamos tener claros nuestros objetivos, los objetivos son el norte, estos deben conversar con la estrategia de la compañía" (Entrevistado 2, 40 años). Le Sigue la identificación de oportunidades con un 36% esta etapa se respalda en respuestas enunciadas como: "Debemos revisar dónde podemos mejorar y qué oportunidades se nos presentan, para que esto sea acertado se deben utilizar herramientas metodológicas, se que existen varias, pero no las conozco en detalle" (Entrevistado 7, 50 años) y por último la etapa de mejora continua con un 21% los participantes de las encuestas indican que: "Siempre hay que buscar formas de optimizar los procesos y en consecuencia los resultados de la planta" (Entrevistado 13, 41 años)sorprende uno de los entrevistados indicando que " la excelencia es vital siempre tenemos ánimo de que esto sea alcanzado, y creo que lo importante aquí es siempre buscar la mejora continua de los procesos"(Entrevistado 10, 36 años).Si bien las etapas descrita parecen básicas he, esto se explica en que gran parte de los entrevistados mencionaron no tener experiencia en la creación o conocer las etapas de un modelo.

Etapa 3: Alerta sobre las transformaciones

Ítem 10: ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de gestión de calidad basado en variables claves y análisis de datos?

De acuerdo a los entrevistados la gran mayoría de ellos cree que el principal riesgo puede incluir resistencia al cambio por parte del personal de calidad y operaciones esto se detecta en frases como: “¿Y si los datos nos muestran que necesitamos realizar cambios significativos en nuestra forma de trabajar, lo que podría generar resistencia y descontento entre los operadores y analistas de calidad? (Entrevistado 4, 36 años). Otra respuesta que reafirma la referencia a la posible resistencia al cambio es “No estoy seguro de que estemos preparados para adaptarnos a un cambio tan drástico en nuestra forma de trabajar” (Entrevistado 7, 50 años)..Al seguir indagando con los entrevistados respecto a las amenazas o riesgos que podría provocar en la organización un plan de gestión basado en datos se detecta el temor a la falta de comprensión en la nueva modalidad con un 29%, esto se infiere de respuestas como:¿Qué sucede si los datos se interpretan de manera incorrecta y tomamos decisiones erróneas como resultado?” (Entrevistado 8, 33 años). Seguido de esto y con el mismo nivel de participación (29%) se tiene la falta de comprensión en la nueva modalidad, donde se puede encontrar “podríamos elegir métricas inadecuadas o interpretan incorrectamente, la organización podría tomar decisiones basadas en información poco confiable, lo que podría llevar a resultados no deseados como aumentar aún más el rechazo” (Entrevistado 12, 45 años).Otro ejemplo de esto es: “El equipo de calidad actual carece de habilidades técnicas necesarias para recopilar, analizar y interpretar los datos de manera efectiva, el plan de gestión de calidad basado en datos podría no ser tan eficaz como se espera”. (Entrevistado 1, 40 años).

Ítem 11:Cuál sería su principal aprensión respecto de la aplicación o implementación de un modelo simplificado que reduzca el número de variables que no agregan valor en la organización?.

En este punto el 100% de los entrevistados refieren que su principal y único temor es que al simplificar demasiado, se omitan variables relevantes que aunque no parezcan críticas a primera vista, puedan tener un impacto significativo en la calidad del producto a largo plazo.

Para mitigar esto, es esencial realizar un análisis exhaustivo para identificar todas las variables realmente críticas antes de simplificar el modelo. Esto se logra deducir a partir de respuestas como: "Me preocupa que al centrarnos únicamente en ciertas variables, podríamos estar ignorando otros factores que también son importantes para la calidad del producto." (Entrevistado 10, 36 años). También se puede evidenciar en la siguiente respuesta entregada: Deberíamos ser cuidadosos para no descartar variables que podrían no ser evidentes a simple vista, pero que podrían ser cruciales para garantizar la calidad del producto."

2.5 Estrategias de evidencia científica

Considerando la primera etapa de caracterización del presente y comprensión de la realidad, es posible visibilizar que los colaboradores de la empresa, en un porcentaje importante visualizan que no existe una metodología clara establecida que permita hacer análisis profundos y solventados en datos que permitan determinar de los controles actuales los KPI que mueven los resultados, también se aprecia que esta falta de metodología tiene estrecha relación con la falta de capacitación y conocimientos del personal del área de calidad, transformados en la actualidad en tomadores de datos y con falta de gestión para alcanzar los resultados deseados. Por otro lado, no se está sacando provecho a las metodologías actuales como lo son Lean o Six sigma. Estos hallazgos están en acuerdo expuesto por (Ulloa y Enríquez, 2012) donde se indica que las empresas productivas están en constante exigencias para optimizar los recursos de los cuales dispone, para de esta manera se puedan mantener en ambientes cada vez con mayor complejidad y competitividad.

Para abordar las brechas detectadas se propone establecer un modelo metodológico sustentado en Lean, determinar KPI de alto impacto a través metodología Six Sigma, que permita focalizar los esfuerzos para alcanzar las metas productivas y eliminar aquellas actividades que no agregan valor, capacitar a personal de calidad buscando fortalecer el análisis a través del uso de herramientas más robustas de análisis como DMAIC, fortalecer liderazgo del equipo de calidad para alcanzar los resultados.

2.6 Modelo conceptual de gestión de calidad

El modelo propuesto surge de la colaboración con los informantes clave que participan en el estudio, integrando las opiniones recopiladas en cada entrevista. Se desarrolla dentro de un contexto de mejora constante, teniendo en cuenta 6 etapas, entre las que se encuentran:

1) Identificación de oportunidades de mejora y Formación, 2) Definición de objetivos de calidad y eficiencia de procesos, 3) Análisis de causa raíz. 4) Diseño conceptual lean y 5) Diseño detallado Six Sigma 6) Monitoreo y mejora continua. Todas las etapas relacionadas principales como se describen en la siguiente figura:



Figura 1: Modelo propuesto (Elaboración propia)

2.7 Descripción de las etapas del modelo

Las distintas etapas del modelo incluyen las siguientes sub-etapas, las cuales están delineadas a continuación:

Identificación de oportunidades de mejora: Utiliza herramientas de análisis como el Value Stream Mapping (mapeo del flujo de valor) para identificar áreas de desperdicio, ineficiencia y oportunidades de mejora en el proceso existente.

Definición de objetivos de calidad y eficiencia: Establece objetivos claros en términos de calidad, eficiencia y satisfacción del cliente. Estos objetivos deben estar alineados con la visión y estrategia de la organización.

Análisis de causas raíz: Utiliza herramientas de Six Sigma como el análisis causa-efecto (Ishikawa) y el análisis de datos para identificar las causas subyacentes de los problemas de calidad y eficiencia en el proceso.

Diseño conceptual Lean: Aplica los principios Lean para diseñar un proceso más eficiente y orientado al valor. Elimina el desperdicio, estandariza las operaciones y optimiza el flujo de trabajo para minimizar el tiempo de ciclo y maximizar el valor agregado para el cliente. Dentro de esto se sugiere utilizar la herramienta FMEA, que si bien no es principio, utilizarlo dentro del enfoque Lean podría mejorar la calidad de los tableros contrachapados.

Diseño detallado Six Sigma: Utiliza herramientas y técnicas de Six Sigma como el DMAIC para diseñar un proceso robusto y controlado. Define medidas de rendimiento clave (KPIs), establece controles de proceso y desarrolla planes de control para garantizar la consistencia y la calidad los tableros contrachapados.

Monitoreo y mejora continua: Establece sistemas de monitoreo y retroalimentación para seguir de cerca el desempeño del proceso en tiempo real. Utiliza datos para identificar áreas de oportunidad adicionales y realizar mejoras incrementales de forma continua.

Se sugiere relacionar estas etapas asegurándose de que la información y los aprendizajes de cada una se transfieran de manera efectiva a la siguiente. Por ejemplo, los resultados del análisis de causas raíz deben informar el diseño conceptual lean y este en consecuencia al

diseño detallado Six sigma. La comunicación y la colaboración entre los equipos también son fundamentales para el éxito del modelo.

3 ARTÍCULO

El presente apartado, recoge la investigación contextualizada motivo de este proyecto de grado, y es presentada en formato de artículo académico. Se trata de un artículo conciso, escrito en el formato típico de revistas especializadas o de conferencias, de acuerdo con reglas específicas definidas por la dirección del programa.

El artículo, ha sido cuidadosamente redactado con el fin de que se haga fácilmente entendible y logre expresar de un modo claro y sintético lo que se pretende comunicar, considerando las citas y referencias respectivas de los estudios que lo fundamentan. El trabajo realizado, se sintetiza entonces como artículo, para facilitar al trabajo de quienes puedan estar interesados en consultar la obra original.

Este trabajo, considera y discute, a través de un proyecto aplicado, desarrollado en un contexto de realidad profesional, la integración de herramientas y conocimientos que se han adquirido en las líneas de desarrollo del programa. Lo que se consolida en una investigación profesional contextualizada a la realidad profesional que se expone, la que se relacionada con líneas y ámbitos específicos abordados en el plan de estudios del programa, permitiendo integrar, de manera adecuada, los conocimientos teóricos y metodológicos desarrollados en él.

PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD DE UNA PLANTA DE TABLEROS CONTRACHAPADOS, SUSTENTADO EN METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA

Viviana Andrea Lillo Garrido

Graduado del programa de Magister en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, vlillog@udd.cl

Resumen:

Este trabajo presenta una propuesta de modelo de gestión de calidad basada en metodología Lean Six Sigma para la aplicación en el proceso de fabricación de tableros contrachapados. El objetivo de esta investigación es proponer un modelo de gestión de calidad con base en metodología lean six sigma para el logro de los objetivos productivos disminuyendo los rechazos operacionales. Para lograrlo se propone una aproximación cualitativa a las opiniones de subgerentes (2), jefe de áreas (4), supervisores de producción (4), ingenieros de procesos (2) y personal técnico del área de calidad (2), basada en entrevistas semi estructuradas y considerando una muestra por conveniencia, para entender cómo y cuáles son los procesos y variables claves, para mejorar el actual sistema de gestión de calidad. Los datos muestran que las personas entrevistadas no tienen amplio conocimiento de la metodología Six sigma y los potenciales beneficios en la gestión de calidad del proceso de fabricación de tableros contrachapados. Por otra parte, se tiene que en la actualidad se maneja el control de gran número de variables que no son correctamente analizadas y se desconoce su impacto real en los resultados, desgastando al equipo en actividades que no agregan valor. Se concluye que la incorporación de un modelo de gestión de calidad basado en la metodología Lean Six Sigma en el proceso de gestión de calidad en fabricación de tableros contrachapados, permitirá: definir, medir, analizar, mejorar y controlar las variables críticas de los procesos, focalizando los esfuerzos y recursos disponibles en aquellas que son de mayor impacto en resultados de calidad, rendimiento y costos.

PALABRAS CLAVE: Lean Six Sigma, excelencia operacional, DMAIC, Tablero contrachapado industria forestal, mejora continua.

1. Introducción

A lo largo del tiempo, diversos autores han investigado el concepto de gestión de la calidad, delineándola según los resultados obtenidos en sus investigaciones y utilizando conceptos establecidos en el contexto de los Sistemas de Gestión de la Calidad. Estos sistemas se consideran herramientas básicas para optimizar los procesos de planificación, control, aseguramiento y mejora de la calidad en una organización empresarial (Goetsch & Davis, 2021).

En el contexto del continuo mejoramiento, las organizaciones han evolucionado con el tiempo en sus prácticas de calidad. La creciente exigencia de los mercados y de los clientes ha impulsado una visión estratégica de la calidad (Vergel-Ortega, 2015). Esto ha dado lugar al surgimiento de prácticas como el aseguramiento de calidad y la calidad total (TQM), las

cuales han generado significativos beneficios para diversos tipos de organizaciones, logrando niveles destacados de desempeño y satisfacción del cliente (Andersson et al., 2006). En este contexto, han emergido diversas metodologías modernas, como Six Sigma y Lean Manufacturing, las cuales se han integrado a la estrategia organizacional tanto en el sector público como en el privado, en empresas de diferentes tamaños. Estas metodologías han proporcionado considerables beneficios en términos de eficiencia y efectividad (Felizzola y Luna, 2014).

Lean Six Sigma: Teoría y definiciones

Lean Manufacturing es una metodología que nace en función de conceptos que originaron el Sistema de producción de Toyota, abordando la eliminación de desperdicios en las actividades (Senent y Gisbert, 2017). Cabe destacar que Lean Manufacturing está basado en las personas, definiendo la forma de mejora

y optimización de un sistema de producción cuyo foco es identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios” presente en los procesos. Estos están definidos como aquellos procesos o actividades que utilizan más recursos de lo necesario. Se pueden identificar varios tipos de “desperdicios” observados en la producción: inventario, sobreproducción, tiempo de espera, reproceso, transporte, movimientos, sobreprocesamiento y talento desperdiciado. Por otra parte, Six Sigma también es una metodología que se encuentra centralizada en la reducción de la variabilidad de los productos o procesos, buscando reducir o eliminar los defectos de un producto o servicio (Hernández y Vizán, 2013). El objetivo de Six Sigma es obtener un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), considerando un defecto como cualquier desviación que tenga el producto en función de los requisitos del cliente. Para esto, se utiliza la técnica del DMAIC; Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, de tal manera que, se pueda afrontar el análisis de las causas evitando así su repetición. Al unir ambos conceptos obtenemos Lean Six Sigma, lo que nos permite la disminución de los defectos estructuradamente en conjunto con la mejora en el flujo de los procesos, evitando la fricción entre ellos, para que así se pueda obtener como resultado un servicio o producto en el tiempo que lo necesita el cliente, con una calidad correspondiente a la solicitada. Cabe destacar que el diagnóstico inicial es fundamental para definir los cambios futuros a realizar. Para esto, se utiliza un Mapa de Cadena de Valor o Value Stream Mapping (VSM), siendo éste un modelo gráfico que simboliza la cadena de valor, indicando el flujo de materiales e información desde el proveedor hasta el cliente. Su objetivo es plasmar un diagrama, de manera sencilla, en el que se indiquen todas las actividades presentes en el proceso y así identificar, a nivel global, donde se está produciendo la mayor cantidad de desperdicios, facilitando la visualización de las actividades que no aportan un valor al negocio, de tal manera que puedan ser eliminadas y así aumentar la eficiencia.

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿Cuáles son las variables pertinentes para un modelo de gestión de calidad que deben ser controladas en una planta de tableros contrachapados?

En efecto, en la planta de contrachapado, a pesar de la existencia de una batería exhaustiva de controles, no se dispone de un análisis estadístico de las variables, lo

que en consecuencia no permite determinar su valor agregado, y tampoco de su real impacto en el proceso productivo.

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido la incapacidad de logro de los objetivos operativos asociados al número máximo de rechazos productivos según planificación estratégica y operativa anual. Se propone entonces un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo. En este sentido esta investigación aplicada contribuye a la comprensión de las variables claves sobre las que se deben focalizar los esfuerzos en pos de los resultados requeridos.

Entendido esto, el objetivo de este trabajo es proponer un modelo conceptual de gestión de calidad con base en metodología Lean Six Sigma para el logro de los objetivos productivos en el proceso de fabricación de tableros contrachapados, disminuyendo los rechazos operacionales y costos transversales, y mejorando la disponibilidad de productos para venta directa.

2. Metodología

Paradigma y diseño: Se ha considerado la utilización de una metodología cualitativa, basada en entrevistas semi estructuradas (Hernández y Vizán, 2013), para lograr detectar una serie de aspectos que permitan establecer una mejora en el actual sistema de gestión de calidad de planta Plywood, a través de la incorporación de metodología Lean Six Sigma, entendiendo cuáles son los procesos y variables claves.

Población sobre la que se efectuará el estudio: El estudio considera una muestra por conveniencia a 14 entrevistados, donde se tiene la participación de subgerentes (2), jefe de áreas (4), supervisores de producción (4), ingenieros de procesos (4) y personal técnico del área de calidad (2). Las principales profesiones son técnicos e ingenieros del rubro maderero o forestal. Las edades de los participantes varían entre entre 27 y 52 años, en relación al género predomina el género masculino por sobre el femenino. La experiencia laboral en el rubro se mueve entre los 7 y 15 años, en su mayoría dentro de la misma planta productiva.

Entorno: El estudio se efectuó en la planta de fabricación de tableros contrachapados, Plywood,

perteneciente a empresas CMPC. Esta planta es la única de este tipo dentro de la compañía, sus operaciones comienzan en el año 2007 con la puesta en marcha de su primera línea productiva, con una capacidad de producción de 250 mil metros cúbicos, la cual se ve ampliada al doble en el año 2014. Su foco es producir tableros de apariencia superior, dando valor agregado a su patrimonio forestal de trozos podados. CMPC proyecta convertir esta unidad de negocio en la segunda de mayor rentabilidad después de Celulosa. Los tableros son producidos bajo estrictas normas de calidad de producto para dar cumplimiento a las certificaciones internacionales voluntarias PS1-22 para EEUU, EN 13986 para Europa y As/Nzs 2269.0 para mercado Australiano y además cuentan con certificación FSC® y PEFC.

La dotación de planta es del orden de 1.200 trabajadores, donde la mitad corresponde a personal y el restante 50% a personal de empresas contratistas focalizado a labores tales como: aseo industrial, equipos rodantes encargados del movimiento del material, una parte menor de operaciones, vigilancia, alimentación, dentro de otros que prestan soporte a las operaciones.

Planta Plywood se divide en las siguientes 4 áreas: 1) Producción, con todas las operaciones de los equipos del proceso productivo, 2) Mantenimiento, con el objetivo de mantener la continuidad operacional del negocio mediante programas de mantenimientos preventivos y correctivos, 3) Calidad/Control Producción, quienes velan por cumplir las normas de calidad y planificar la producción, y 4) Seguridad/Medio Ambiente, quienes están a cargo de toda la gestión en prevención de riesgos y cuidados del medio ambiente interno y externo de planta.

Intervenciones: El instrumento considera 11 preguntas cuyo desarrollo permite abordar coherentemente el objetivo planteado. Para validar el instrumento de manera correcta primero se llevó a cabo una prueba piloto de las entrevistas para verificar si las preguntas eran capaces de obtener la información requerida para el estudio. Después de esta fase piloto, se implementó la versión final de las entrevistas, las cuales se realizaron tanto de manera presencial como a través de video llamadas en la plataforma Microsoft Teams. Todas las entrevistas fueron grabadas con el consentimiento previo de los participantes.

Etapa 1: Caracterización y comprensión del entorno productivo actual

1. ¿Cómo aporta el actual sistema de gestión de calidad al logro de los resultados del negocio?
2. ¿Qué problemas se presentan a la hora de la detección de brechas de calidad productiva?
3. En la práctica, ¿cómo aporta el rol del analista de calidad en la concreción del objetivo?
 - a. ¿Es adecuado el rol? ¿Lo mejoraría? ¿Cómo?
4. Desde la detección de datos, hitos y control actual de variables: ¿Qué beneficios u oportunidades detecta en la gestión de dicha información?

Etapa 2: Propuesta para mejorar entorno de calidad productiva

- 4.5. Si alguna etapa del proceso de calidad existente, en su opinión no funciona: ¿Qué tipo de adaptación pondría?
- 5.6. Según usted: ¿Cómo se puede modificar la situación actual para mejorar la gestión de calidad en cualquiera de sus etapas del proceso de manera rápida?
 - a. ¿Qué variables o indicadores considera relevantes de gestionar dentro del proceso productivo? ¿Por qué?
- 2.7. En este contexto: ¿Tiene propuestas específicas (pueden ser etapas, variables, parámetros o flujos de información), de corto plazo y alto impacto? ¿Cuáles?
 - a. Si tuviera que focalizar sus esfuerzos para alcanzar los resultados esperados de calidad, ¿dónde lo realizaría y cómo?

3.8. Si se le propusiera una estrategia de cambio metodológico basada en un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio así planteado?

4.9. Para mayor eficiencia: ¿Cómo dibujaría un nuevo modelo del proceso? ¿Qué etapas debería contener? ¿Cómo relacionaría las etapas? Puede simplemente mejorar o modificar libremente las propuestas que otros han desarrollado previamente.

Etapa 3: Alerta sobre las transformaciones

5. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de gestión de calidad basado en variables claves y análisis de datos?

6. ¿Cuál sería su principal aprensión respecto de la aplicación o implementación de un modelo simplificado que reduzca el número de variables que no agregan valor en la organización?

Plan de análisis de los datos: En base a los antecedentes recolectados se procede a tabular las respuestas, para así lograr identificar de manera estadística las principales categorías mencionadas por los encuestados. Posterior a ello se analizaron los datos obtenidos con la finalidad de identificar los aspectos más relevantes que influyen en el desempeño del actual sistema de gestión de calidad. Para finalizar, se analizó una propuesta de mejora en base a las principales brechas identificadas proponiendo las variables críticas que deben estar incluidas dentro de la gestión de calidad de planta Plywood.

Ética: Se procuró la participación informada y voluntaria de los entrevistados, Antes de comenzar las entrevistas y encuestas a los participantes, se les planteo el objetivo del estudio, clarificando que se mantendrá de manera confidencial las respuestas No existió influencia implícita o explícita en las respuestas, esta se desarrolló sin ningún tipo de presión que pudiera afectar en el resultado del estudio y se respetó la libertad de participar o no sin presión, ni ofrecimiento de beneficios por ser parte de la investigación.

3. Resultados

A continuación, presentamos los resultados de cada uno de los 3 ítems seleccionados, como se muestra en la tabla I.

Tabla I: Categorías

Preguntas	Categorías	%
1: ¿Cómo aporta el actual sistema de gestión de calidad a alcanzar los resultados del negocio?	Cumplimiento especificaciones técnicas.	57%
	Seguimiento KPI rechazos	36%
	Controles rutinarios de proceso.	21%

2: ¿Qué problemas se presentan a la hora de la detección de brechas de calidad productiva?	Identificación tardía de defectos	57%
	Falta monitoreo en tiempo real.	40%
	Falta de capacitación del personal en técnicas avanzadas de calidad.	29%
3: En la práctica, ¿cómo aporta el rol del analista de calidad en la concreción del objetivo?	Ente fiscalizador	43%
	Identificando causas raíces de desvíos	36%
	Incorporación de herramientas de análisis.	21%
4: Desde la detección de datos, hitos y control actual de variables: ¿Qué beneficios u oportunidades detecta en la gestión de dicha información?	Incorporar herramientas Lean para identificar desperdicios del sistema.	43%
	capacitar personal de calidad en análisis predictivo	43%
	Implementar monitoreo en tiempo real	14%
5: Si alguna etapa del proceso de calidad existente, en su opinión no funciona: ¿Qué tipo de adaptación propondría?	Implementación de modo de falla FMEA	64%
	Realizar correlaciones para determinar variables críticas	29%
	Implementar controles en puntos críticos	7%
6: Según usted: ¿Cómo se puede modificar la situación actual para mejorar la gestión de calidad en cualquiera de	Implementar inspecciones automatizadas en línea	50%
	Incorporar análisis estadístico de procesos	29%

sus etapas del proceso de manera rápida?	Formar equipos de trabajo multidisciplinarios	21%
7: En este contexto: ¿Tiene propuestas específicas (pueden ser etapas, variables, parámetros o flujos de información), de corto plazo y alto impacto? ¿Cuáles?	Reuniones diarias de calidad	71%
	Herramientas de control estadístico de proceso	14%
	Realización de proyectos kaizen.	14%
8: Si se le propusiera una estrategia de cambio metodológico basada en un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio así planteado?	Permitiría concentrarse en variables críticas	50%
	Elimina esfuerzos innecesarios	36%
	Quedaría tiempo para otras actividades.	14%

9: Para mayor eficiencia: ¿Cómo dibujaría un nuevo modelo del proceso? ¿Qué etapas debería contener? ¿Cómo relacionaría las etapas? Puede simplemente mejorar o modificar	Definición de objetivos	43%
	Identificación de oportunidades	36%
	Mejora continua de los procesos	21%
10: ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de gestión de calidad basado en variables claves y análisis de datos?	Resistencia al cambio	36%
	Falta de comprensión de nueva modalidad	29%
	Falta de conocimiento técnico de las herramientas	29%
11: Cuál sería su principal aprensión respecto de la aplicación o implementación de un modelo simplificado que reduzca el número de variables que no agregan valor en la organización?	Que se omitan variables relevantes	100%

3.1 Análisis de datos

Para analizar e interpretar los datos recogidos, estos se analizan según cada ítem resaltando aquellas palabras o frases determinadas como claves.

Etapas 1: Caracterización y comprensión del entorno productivo actual

Ítems 1: ¿Cómo aporta el actual sistema de gestión de calidad al logro de los resultados del negocio?

Si revisamos los resultados generales de la primera pregunta del cuestionario nos encontramos que un 57% de los entrevistados cree que el aporte del sistema actual de gestión de calidad está dado por cumplimiento de especificaciones técnicas, lo que se respalda con opiniones tales como: “El sistema de gestión de calidad actual está diseñado para asegurar que los productos cumplan con las especificaciones técnicas y de cliente. Sin embargo, debido a los altos rechazos, es bastante evidente que el sistema no está siendo completamente efectivo” (Entrevistado 1, 40 años. Este resultado es levemente superior en el caso de seguimiento KPI rechazos (36%), y aunque no son cambio que se oponen a los primeros hallazgos, destacan: “Aporta parcialmente al logro de los resultados del negocio al identificar problemas, pero necesita mejoras para reducir los rechazos y optimizar la producción.” (Entrevistado 2, 33 años); “existe envío periódico de en cuanto vamos con el rechazo, pero no se gestionan profundamente las causas para reducir los rechazos” (Entrevistado 6, 26 años). En cualquiera de los dos primeros casos, la cifra total es elevada, más si tenemos en cuenta que solo un 21% menciona como relevante que se tienen diversos controles de calidad de proceso turno a turno.

Ítems 2: ¿Qué problemas se presentan a la hora de la detección de brechas de calidad productiva?

Al revisar los resultados de la segunda pregunta se tiene un 57% de los cree que se tiene identificación tardía de defectos lo que se respalda con opiniones tales como: “Existe ineficiencia en los procesos de inspección” (Entrevistado 9, 38 años); “Hasta ahora aún no se ha logrado llegar a los presupuestos de rechazos porque no se han detectados las causas que originan los defectos de manera oportuna” (Entrevistado 11, 41 años). Este resultado es similar en el caso de falta monitoreo en tiempo real (40%), donde los primeros hallazgos, destacan: “existe mucha disponibilidad de información tardía y que no se gestiona, no se tienen planes de acción elaborados para cubrir las brechas”

(Entrevistado 15, 43 años); “se siguen KPI, pero las cosas sólo suceden, no se tiene una estrategia de control elaborada de manera formal” (Entrevistado 6, 42 años). Para continuar un 29% cree que falta capacitación al personal de calidad en técnicas avanzadas de calidad. “su impacto está limitado por herramientas y procedimientos inadecuados, y falta de integración en el proceso de producción”. (Entrevistado 9, 28 años)

Ítems 3: En la práctica, ¿cómo aporta el rol del analista de calidad en la concreción del objetivo? a. ¿Es adecuado el rol? ¿Lo mejoraría? ¿Cómo?

Al revisar los resultados de ítem 3 nos encontramos que se tiene un 43% de entrevistados que el rol del analista es un ente fiscalizador lo que se respalda con opiniones tales como: “El analista de calidad desempeña un rol crucial al realizar inspecciones y auditorías. (Entrevistado 12, 45 años). Por otra parte el 36% cree que el analista cumple un rol relevante en la identificando causas raíces de los desvíos, esto se evidencia en respuestas como la siguiente: “El analista es el encargado de identificar causas raíz de defectos y recomendar acciones correctivas, pero la gran carga de trabajos no le da tiempo para analizar cómo debe”. (Entrevistado 1, 40 años). También sorprenden respuestas como: “El analista de calidad en su mayoría tienen experiencia en el proceso, sin embargo, su impacto está limitado por herramientas y procedimientos inadecuados, y la falta de integración en el proceso de producción”. (Entrevistado 9, 28 años). Finalmente, nos encontramos que un 21% de los entrevistados considera que modificaría la situación actual mediante la incorporación de herramientas de análisis, lo que se respalda con opiniones tales como: “se recolecta un gran número de datos, que no son utilizados para hacer análisis profundo y encontrar las causas raíces de los defectos” (Entrevistado 6, 42 años).

Ítems 4: Desde la detección de datos, hitos y control actual de variables: ¿Qué beneficios u oportunidades detecta en la gestión de dicha información?

Si revisamos los resultados generales de la cuarta pregunta de la entrevista nos encontramos que un 43% de los entrevistados visualiza la necesidad de incorporar herramientas Lean, lo que se respalda con opiniones tales como: “La metodología actual no es suficiente, existen otras como Lean que nos ayudarían a determinar actividades que agreguen valor” (Entrevistado 1, 40 años). Este resultado es similar en el caso de capacitar personal de calidad en análisis

predictivo un 43% considera que la formación actual del personal de calidad es insuficiente para hacer análisis que nos permitan alcanzar el logro de resultados, destacan respuestas como: “hoy existe una batería importante de información, pero los analistas de calidad, precisamente no analizan los datos, son tomadores de ellos, pero no se tiene gestión” (Entrevistado 6, 42 años. En cualquiera de los dos primeros casos, la cifra total es elevada, más si tenemos en cuenta que solo un 14% considera relevante para la toma de decisiones contar con monitoreo en línea en tiempo real de variables de proceso mientras el 86% está ubicado en las competencias analíticas del personal.

Ítems 5: Si alguna etapa del proceso de calidad existente, en su opinión no funciona: ¿Qué tipo de adaptación propondría?

Por último, si revisamos los resultados de la quinta pregunta de la entrevista nos encontramos que un 64% de los entrevistados consideraría relevante la implementación de modo de falla, lo que se respalda con opiniones tales como: “Propondría la adopción de herramientas de Lean Six Sigma como el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (FMEA) para identificar y mitigar riesgos” (Entrevistado 13, 41 años). Este resultado se complementa con la siguiente categorización donde se plantea realizar correlaciones para determinar variables críticas (29%), destacan respuestas donde se le da la relevancia de la siguiente manera: “se podrían aplicar herramientas como regresiones y determinar cuáles son realmente de impacto para los resultados del negocio, siento que hoy medimos varios puntos del proceso, pero no hay certeza de cual está moviendo el resultado de manera positiva o negativa” (Entrevistado 11 41 años); En cualquiera de los dos primeros casos, la cifra total es elevada, más si tenemos en cuenta que solo un 7% considera importante implementar controles en puntos críticos, esto debido a que hoy se tiene una exhaustiva batería de controles en los diversos puntos del proceso, sin dar los resultados esperados.

Etapas 2: Propuesta para mejorar entorno de calidad productiva

Ítems 6: Según usted: ¿Cómo se puede modificar la situación actual para mejorar la gestión de calidad en cualquiera de sus etapas del proceso de manera rápida? Cuando los entrevistados se enfrentan a la pregunta de ítem 6 sus respuestas se pueden categorizar en un 50% con: implementar inspecciones automatizadas en línea,

que permita de manera automática generar por ejemplo cartas de control de las variables estudiadas esto se ejemplifica en respuestas como la siguiente: “Tanto los operadores como los analistas toman muestras y registran números en sus planillas, pero estas no son capaces de advertir desvíos continuados, tendencias en alguna gráfica que les haga tomar una decisión o acción oportuna,” (Entrevistado 12, 45 años). Otro ejemplo es la siguiente respuesta: “Siempre llegamos tarde con análisis, los rechazos de tableros ya ocurrieron, no estamos evitando los problemas, solo los cuantificamos, falta mejorar la oportunidad de la información” (Entrevistado 3, 53 años. Siguiendo en el análisis del ítem 4 el 29% de los participantes muestra interés en modificar la situación actual mediante la incorporación de análisis estadístico de procesos. Esto queda demostrado en respuestas como la siguiente: “Necesitamos que todos los esfuerzos por la ardua variedad de controles nos permitan tomar acciones, esto hoy no es posible porque no se tiene capacidad para analizar los datos tomados (Entrevistado 13, 41 años). Al profundizar en la pregunta donde se busque determinar ¿Qué variables o indicadores considera relevantes de gestionar dentro del proceso productivo? ¿Por qué? Gran parte de los entrevistados mencionan que dentro de las variables más relevantes para el proceso de fabricación de tableros contrachapados, y en orden según el avance de las etapas de producción, de los cuales se requiere tener control y análisis en las serían las siguientes:

1. *Humedad de trozos*, porque la madera con una correcta humedad se ablanda mejor en el proceso de macerado y se facilita el proceso de debobinado.
2. *Temperatura y control del tiempo de macerado*, esto influye en la suavidad y la facilidad con que las fibras puedan ser separadas.
3. *Dimensional de láminas de madera debobinada.*, el dimensional tendrá impacto en el cumplimiento de especificaciones técnicas del producto terminado hacia las etapas siguientes.
4. *Humedad y temperatura de chapas secas.* Este resulta uno de los puntos más críticos en el proceso, de él depende la calidad de pegado, un exceso de humedad evitara que el adhesivo realice su trabajo, mientras una baja humedad otorgará fragilidad y quiebre en las láminas de madera.
5. *Aplicación y distribución de resina.*, es crucial controlar la uniformidad de la aplicación de adhesivo para asegurar una adhesión adecuada y consistente

6. *Apilado de chapas*, la correcta alineación de chapas permite reducir el número de defectos en los productos terminados

Se sugiere que cada etapa debe estar interconectada mediante un sistema de monitoreo continuo que permita la retroalimentación inmediata y la acción correctiva en tiempo real.

En cuanto a KPI's, las opiniones de los entrevistados se detallan a continuación:

1. Porcentaje de rechazo por calidad de materia prima.
2. Tasa de utilización de la materia prima.
3. Porcentaje de tableros contrachapados conforme a la normativa, incluyendo dimensiones, resistencia y acabado superficial.
4. Costo unitario de producción

Ítems 7: En este contexto: ¿Tiene propuestas específicas (pueden ser etapas, variables, parámetros o flujos de información), de corto plazo y alto impacto? ¿Cuáles?

Si revisamos los resultados generales de la séptima pregunta de la entrevista nos encontramos que un 71% de los entrevistados cree indispensable generar de Reuniones diarias de calidad, lo que se respalda con opiniones tales como: "Nos encontramos en una crisis productiva por la alta tasa de generación de rechazos, es un fundamental poder reunirse y analizar los datos de manera periódica, idealmente diaria con personas de distintas áreas" (Entrevistado 1, 36 años). Otra opinión se recoge en el siguiente comentario: "Hoy se realizan reuniones, pero de carácter quincenal o mensual esto es muy tarde, la acumulación de rechazos ya es alta, no alcanzamos a revertir el cierre de mes" (Entrevistado 9, 28 años). Mientras un porcentaje menor sugiere con un 14% implementar Herramientas de control estadístico de proceso uno de los entrevistados menciona: "debemos hacer análisis estadístico del proceso, hoy tenemos mucha variabilidad, hay días buenos y días malos, pero no tenemos claridad de que es lo que mueve el resultado, seguimos la inercia y seguimos haciendo lo mismo de manera constante" (Entrevistado 10, 36 años) Finalmente el 14% restante indica la se evalué la posibilidad de realización de proyectos Kaizen "Debemos buscar la mejora continua por ejemplo ejecutando proyectos Kaizen, esto nos permitiría ir avanzando de a poco, pero primero debemos contar

con el análisis y diagnóstico de la situación actual" (Entrevistado 9, 28 años).

La subpregunta del ítem 7 indica: Si tuviera que focalizar sus esfuerzos para alcanzar los resultados esperados de calidad, ¿dónde lo realizaría y cómo?

El 80% de los entrevistados indica que focalizaría los esfuerzos en la capacitación del personal, el mantenimiento preventivo de equipos que generar desvíos de calidad, y la optimización de los procesos críticos con seguimiento de variables que se pueda asegurar que son críticas y gatillantes. Esto se lograría mediante la implementación de programas de formación continua, la creación de un calendario de mantenimiento riguroso y la utilización de herramientas de Lean Six Sigma para identificar y eliminar desperdicios.

Ítems 8: Si se le propusiera una estrategia de cambio metodológico basada en un análisis de indicadores base que permitan, desde un modelo simplificado, un seguimiento óptimo de la producción de tableros contrachapados, reduciendo el seguimiento de variables que no agregan valor a los resultados del proceso productivo ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio así planteado?

De acuerdo con los entrevistados más del 70% consideraría La propuesta es favorable, ya que simplificar el modelo de seguimiento permite concentrarse en las variables que realmente afectan la calidad y la productividad. Esto puede llevar a una mejora significativa en los resultados al eliminar esfuerzos innecesarios y focalizar recursos en áreas críticas.

Ítems 9: Para mayor eficiencia: ¿Cómo dibujaría un nuevo modelo del proceso? ¿Qué etapas debería contener? ¿Cómo relacionaría las etapas? Puede simplemente mejorar o modificar libremente las propuestas que otros han desarrollado previamente.

Se considera que dentro de las etapas las que se repiten con mayor frecuencia entre los encuestados son 3: la definición de objetivos con un 43%, esto se refleja en respuestas de los entrevistados que indican: "Vamos a establecer metas concretas y alcanzables para guiar nuestro trabajo, sin ellas es muy difícil navegar, necesitamos estar bien alineados" (Entrevistado 3, 53 años). Otra respuesta relevante que está en la misma sintonía es: "antes de empezar, necesitamos tener claros nuestros objetivos, los objetivos son el norte,

estos deben conversar con la estrategia de la compañía” (Entrevistado 2, 40 años). Le sigue la identificación de oportunidades con un 36% esta etapa se respalda en respuestas enunciadas como: “Debemos revisar dónde podemos mejorar y qué oportunidades se nos presentan, para que esto sea acertado se deben utilizar herramientas metodológicas, se que existen varias, pero no las conozco en detalle” (Entrevistado 7, 50 años) y por último la etapa de mejora continua con un 21% los participantes de las encuestas indican que: “Siempre hay que buscar formas de optimizar los procesos y en consecuencia los resultados de la planta” (Entrevistado 13, 41 años) sorprende uno de los entrevistados indicando que “ la excelencia es vital siempre tenemos ánimo de que esto sea alcanzado, y creo que lo importante aquí es siempre buscar la mejora continua de los procesos”(Entrevistado 10, 36 años). Si bien las etapas descritas parecen básicas he, esto se explica en que gran parte de los entrevistados mencionaron no tener experiencia en la creación o conocer las etapas de un modelo.

Etapa 3: Alerta sobre las transformaciones

Ítem 10: ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la organización un plan de gestión de calidad basado en variables claves y análisis de datos?

De acuerdo a los entrevistados la gran mayoría de ellos cree que el principal riesgo puede incluir resistencia al cambio por parte del personal de calidad y operaciones esto se detecta en frases como: “¿Y si los datos nos muestran que necesitamos realizar cambios significativos en nuestra forma de trabajar, lo que podría generar resistencia y descontento entre los operadores y analistas de calidad? (Entrevistado 4, 36 años). Otra respuesta que reafirma la referencia a la posible resistencia al cambio es “No estoy seguro de que estemos preparados para adaptarnos a un cambio tan drástico en nuestra forma de trabajar” (Entrevistado 7, 50 años)..Al seguir indagando con los entrevistados respecto a las amenazas o riesgos que podría provocar en la organización un plan de gestión basado en datos se detecta el temor a la falta de comprensión en la nueva modalidad con un 29%, esto se infiere de respuestas como: ¿Qué sucede si los datos se interpretan de manera incorrecta y tomamos decisiones erróneas como resultado?” (Entrevistado 8, 33 años). Seguido de esto y con el mismo nivel de participación (29%) se tiene la falta de comprensión en la nueva modalidad, donde se puede encontrar “podríamos elegir métricas inadecuadas o interpretan incorrectamente, la organización podría tomar

decisiones basadas en información poco confiable, lo que podría llevar a resultados no deseados como aumentar aún más el rechazo” (Entrevistado 12, 45 años). Otro ejemplo de esto es: “El equipo de calidad actual carece de habilidades técnicas necesarias para recopilar, analizar y interpretar los datos de manera efectiva, el plan de gestión de calidad basado en datos podría no ser tan eficaz como se espera”. (Entrevistado 1, 40 años).

Ítem 11: ¿Cuál sería su principal aprensión respecto de la aplicación o implementación de un modelo simplificado que reduzca el número de variables que no agregan valor en la organización?

En este punto el 100% de los entrevistados refieren que su principal y único temor es que al simplificar demasiado, se omitan variables relevantes que aunque no parezcan críticas a primera vista, puedan tener un impacto significativo en la calidad del producto a largo plazo. Para mitigar esto, es esencial realizar un análisis exhaustivo para identificar todas las variables realmente críticas antes de simplificar el modelo. Esto se logra deducir a partir de respuestas como: “Me preocupa que al centrarnos únicamente en ciertas variables, podríamos estar ignorando otros factores que también son importantes para la calidad del producto.” (Entrevistado 10, 36 años). También se puede evidenciar en la siguiente respuesta entregada: Deberíamos ser cuidadosos para no descartar variables que podrían no ser evidentes a simple vista, pero que podrían ser cruciales para garantizar la calidad del producto.”

3.2 Estrategias de evidencia científica

Considerando la primera etapa de caracterización del presente y comprensión de la realidad, es posible visibilizar que los colaboradores de la empresa, en un porcentaje importante visualizan que no existe una metodología clara establecida que permita hacer análisis profundos y solventados en datos que permitan determinar de los controles actuales los KPI que mueven los resultados, también se aprecia que esta falta de metodología tiene estrecha relación con la falta de capacitación y conocimientos del personal del área de calidad, transformados en la actualidad en tomadores de datos y con falta de gestión para alcanzar los resultados deseados. Por otro lado no se está sacando provecho a las metodologías actuales como lo son Lean o Six sigma. Estos hallazgos están en acuerdo expuesto por (Ulloa y Enríquez, 2012) donde se indica que las empresas productivas están en constante

exigencias para optimizar los recursos de los cuales dispone, para de esta manera se puedan mantener en ambientes cada vez con mayor complejidad y competitividad.

Para abordar las brechas detectadas se propone establecer un modelo metodológico sustentado en Lean, determinar KPI de alto impacto a través metodología Six Sigma, que permita focalizar los esfuerzos para alcanzar las metas productivas y eliminar aquellas actividades que no agregan valor, capacitar a personal de calidad buscando fortalecer el análisis a través del uso de herramientas más robustas de análisis como DMAIC, fortalecer liderazgo del equipo de calidad para alcanzar los resultados.

3.3 Modelo conceptual de gestión de calidad

El modelo propuesto surge de la colaboración con los informantes clave que participan en el estudio, integrando las opiniones recopiladas en cada entrevista. Se desarrolla dentro de un contexto de mejora constante, teniendo en cuenta 6 etapas, entre las que se encuentran:

1) Identificación de oportunidades de mejora y Formación, 2) Definición de objetivos de calidad y eficiencia de procesos, 3) Análisis de causa raíz. 4) Diseño conceptual lean y 5) Diseño detallado Six Sigma 6) Monitoreo y mejora continua. Todas las etapas relacionadas principales como se describen en la siguiente figura:

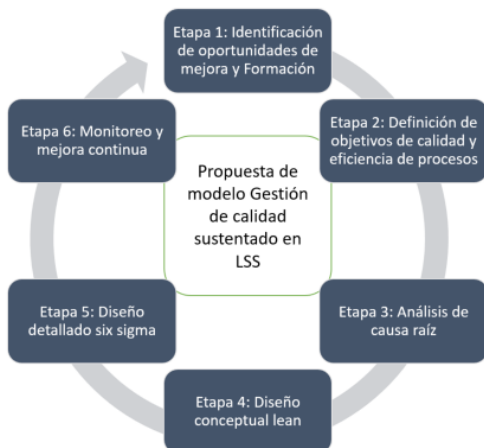


Figura 1: Modelo propuesto (Elaboración propia)

3.4 Descripción de las etapas el modelo

Las distintas etapas del modelo incluyen las siguientes subetapas, las cuales están delineadas a continuación:

Identificación de oportunidades de mejora: Utiliza herramientas de análisis como el Value Stream Mapping (mapeo del flujo de valor) para identificar áreas de desperdicio, ineficiencia y oportunidades de mejora en el proceso existente.

Definición de objetivos de calidad y eficiencia: Establece objetivos claros en términos de calidad, eficiencia y satisfacción del cliente. Estos objetivos deben estar alineados con la visión y estrategia de la organización.

Análisis de causas raíz: Utiliza herramientas de Six Sigma como el análisis causa-efecto (Ishikawa) y el análisis de datos para identificar las causas subyacentes de los problemas de calidad y eficiencia en el proceso.

Diseño conceptual Lean: Aplica los principios Lean para diseñar un proceso más eficiente y orientado al valor. Elimina el desperdicio, estandariza las operaciones y optimiza el flujo de trabajo para minimizar el tiempo de ciclo y maximizar el valor agregado para el cliente. Dentro de esto se sugiere utilizar la herramienta FMEA, que si bien no es principio, utilizarlo dentro del enfoque Lean podría mejorar la calidad de los tableros contrachapados.

Diseño detallado Six Sigma: Utiliza herramientas y técnicas de Six Sigma como el DMAIC para diseñar un proceso robusto y controlado. Define medidas de rendimiento clave (KPIs), establece controles de proceso y desarrolla planes de control para garantizar la consistencia y la calidad los tableros contrachapados.

Monitoreo y mejora continua: Establece sistemas de monitoreo y retroalimentación para seguir de cerca el desempeño del proceso en tiempo real. Utiliza datos para identificar áreas de oportunidad adicionales y realizar mejoras incrementales de forma continua.

Se sugiere relacionar estas etapas asegurándose de que la información y los aprendizajes de cada una se transfieran de manera efectiva a la siguiente. Por ejemplo, los resultados del análisis de causas raíz deben informar el diseño conceptual lean y este en consecuencia al diseño detallado Six sigma. La comunicación y la colaboración entre los equipos también son fundamentales para el éxito del modelo.

4. Conclusiones

Este trabajo establece que las variables pertinentes para un modelo de gestión de calidad que deben ser controladas en una planta de tableros contrachapados son: Disponibilidad de información para la identificación de oportunidades de mejora definición claro de objetivo de calidad y eficiencia y posterior , seguimiento KPI rechazos, mayor profundidad de análisis, incorporación de herramientas de análisis, tales como análisis de causa y efecto , redefinición de rutinas , mejora en la comunicación, Incorporación de herramientas Lean. Para ello se propuso un modelo conceptual de gestión de calidad con base en metodología Lean Six Sigma para el logro de los objetivos productivos en el proceso de fabricación de tableros contrachapados disminuyendo los rechazos operacionales y costos transversales, mejorando así la disponibilidad de productos para venta directa. En efecto los datos muestran si bien existe una batería de controles, no existe una metodología clara establecida que permita hacer análisis profundos y solventados en datos que permitan determinar de los controles actuales los KPI que mueven los resultados, también se aprecia que esta falta de metodología tiene estrecha relación con la falta de capacitación y conocimientos del personal del área de calidad, transformados en la actualidad en tomadores de datos y con falta de gestión para alcanzar los resultados deseados

Presentado el modelo, este trabajo contribuye logro de los objetivos operativos asociados al número máximo de rechazos productivos según planificación estratégica y operativa anual.

Para abordar las brechas detectadas se proponen las siguientes acciones futuras:

- Determinar KPI de alto impacto
- Eliminar aquellas actividades que no agregan valor a través del VSM
- capacitar a personal de calidad, en herramientas six sigma como DMAIC
- fortalecer liderazgo del equipo de calidad para alcanzar los resultados.

Referencias

Andersson, R., Eriksson, H., & Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *The TQM Magazine*, 18(3), 282-296

Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (2021). *Quality management for organizational excellence*. Edisi X (New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010).

García Camús, J. M. (2015). *Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*.

Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. (1era. edición). Madrid: Fundación OEI.

H. Felizzola Jiménez and C. Luna Amaya. "Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico". *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.* Vol. 22 N° 2, pp. 263-277. 2014. ISSN: 0718-3305. DOI: 10.4067/S0718-33052014000200012

M. Vergel-Ortega. "Filosofía gerencial seis sigma en instituciones universitarias". *Face-Revista la Fac. Ciencias Econ. y Empres.*, pp. 99-106. 2015. ISSN: 1794-9920.

Pambreni, Y., Khatibi, A., Azam, S., & Tham, J. J. M. S. L. (2019). The influence of total quality management toward organization performance. *Management Science Letters*, 9(9), 1397-1406.

Sadikoglu, E., & Olcay, H. (2014). The effects of total quality management practices on performance and the reasons of and the barriers to TQM practices in Turkey. *Advances in Decision Sciences*, 2014.

Ulloa-Enríquez, M. Á. (2012). Riesgos del Trabajo en el Sistema de Gestión de Calidad. *Ingeniería Industrial*, 33(2), 100-111.

4 CONCLUSIONES GENERALES

Este trabajo establece que las variables pertinentes para un modelo de gestión de calidad que deben ser controladas en una planta de tableros contrachapados son: Disponibilidad de información para la identificación de oportunidades de mejora, definición clara de objetivo de calidad y eficiencia con posterior seguimiento de KPI rechazos, mayor profundidad de análisis, incorporación de herramientas de análisis, tales como análisis de causa y efecto, redefinición de rutinas, mejora en la comunicación, Incorporación de herramientas Lean. Para ello se propuso un modelo conceptual de gestión de calidad con base en metodología Lean Six Sigma para el logro de los objetivos productivos en el proceso de fabricación de tableros contrachapados disminuyendo los rechazos operacionales y costos transversales, mejorando así la disponibilidad de productos para venta directa. En efecto los datos muestran si bien existe una batería de controles, no existe una metodología clara establecida que permita hacer análisis profundos y solventados en datos que permitan determinar de los controles actuales los KPI que mueven los resultados, también se aprecia que esta falta de metodología tiene estrecha relación con la falta de capacitación y conocimientos del personal del área de calidad, transformados en la actualidad en tomadores de datos y con falta de gestión para alcanzar los resultados deseados.

También es importante considerar que:

Se logró diseñar un proceso de mejora continua basada en metodología Lean Six Sigma para optimizar las variables críticas y reducir los rechazos operacionales, que cuenta con las etapas de 1) Identificación de oportunidades de mejora y Formación, 2) Definición de objetivos de calidad y eficiencia de procesos, 3) Análisis de causa raíz. 4) Diseño conceptual lean y 5) Diseño detallado Six Sigma 6) Monitoreo y mejora continua.

Mediante la aplicación del instrumento de evaluación, a través de las respuestas de los participantes claves, se identificó como variables críticas del proceso de fabricación de tableros contrachapados con el objeto de prevenir los rechazos operaciones y costos de fabricación elevados a:

- **Humedad de trozos**, lo que permitiera asegurar y tener un correcto proceso de debobinado de láminas de madera.
- **Temperatura y control del tiempo de macerado**, que asegurara la obtención de la plasticidad de la madera.
- **Dimensional de láminas de madera debobinada**, que dará cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto caras a las etapas siguientes del proceso.
- **Humedad y temperatura de chapas secas**. considerada una de las variables más relevantes para la reducción de rechazos, dado el correcto control y reducción de la variabilidad otorga el éxito del pegado de las láminas de madera.
- **Aplicación y distribución de resina.**, crucial controlar la uniformidad de la aplicación de adhesivo para asegurar una adhesión adecuada y consistente
- **Apilado de chapas**, la correcta alineación de chapas permite reducir el número de defectos en los productos terminados

Finalmente se logró establecer mediante las entrevistas que los indicadores claves de desempeño (KPIs) para monitorear el progreso y cumplimiento del modelo de gestión de calidad son:

- Porcentaje de rechazo por calidad de materia prima.
- Tasa de utilización de la materia prima.
- Porcentaje de tableros contrachapados conforme a la normativa, incluyendo dimensiones, resistencia y acabado superficial.

- Costo unitario de producción

Presentado el modelo, este trabajo contribuye al logro de los objetivos operativos asociados al número máximo de rechazos productivos según planificación estratégica y operativa anual

4.1 Propuesta para trabajos futuros

Como continuación de este trabajo de tesis, hay varias líneas de desarrollo que quedan pendientes, y en las que es posible continuar trabajando; algunas de ellas, están más directamente relacionadas con este trabajo de tesis y son el resultado de preguntas que han ido surgiendo durante el proceso de investigación, como otras que son más tangenciales a la investigación. A continuación, revisaremos trabajos futuros que pueden investigarse como conclusión de esta investigación:

- Realizar una muestra de mayor envergadura para asegurar una mejora representatividad de los resultados
- Realizar una investigación de los otros actores importantes de la industria.
- Analizar más exhaustivamente la utilización de otros instrumentos como encuestas, y/o métodos matemáticos-estadísticos. Se sugiere una metodología de carácter mixto, principalmente realizando análisis estadísticos de datos de proceso que permitan determinar KPI de alto impacto, mediante una correcta correlación entre la variable de entrada propuesta y su incidencia real en el rechazo.
- Eliminar aquellas actividades que no agregan valor a través del VSM
- capacitar a personal de calidad, en herramientas six sigma como DMAIC
- Fortalecer liderazgo del equipo de calidad para alcanzar los resultados.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Andersson, R., Eriksson, H., & Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *The TQM Magazine*, 18(3), 282-296

Felizzola H. Jiménez and C. Luna Amaya. "Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico". *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.* Vol. 22 N° 2, pp. 263-277. 2014. ISSN: 0718-3305. DOI: 10.4067/S0718-33052014000200012

García Camús, J. M. (2015). *Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios.*

Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (2021). *Quality management for organizational excellence.* Edisi X (New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010).

Gomaa, A. H. (2024). Improving Productivity and Quality of a Machining Process by Using Lean Six Sigma Approach: A Case Study. *Engineering Research Journal (Shoubra)*, 53(1), 1-16.

Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación.* (1era. edición). Madrid: Fundación OEI.

Jamil, N., Gholami, H., Mat Saman, M. Z., Streimikiene, D., Sharif, S., & Zakuan, N. (2020). DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 33(1), 331-360.

Laureani, A., & Antony, J. (2017). Leadership and Lean Six Sigma: a systematic literature review. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(1-2), 53-81. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1288565>

Pambreni, Y., Khatibi, A., Azam, S., & Tham, J. J. M. S. L. (2019). The influence of total quality management toward organization performance. *Management Science Letters*, 9(9), 1397-1406.

Sadikoglu, E., & Olcay, H. (2014). The effects of total quality management practices on performance and the reasons of and the barriers to TQM practices in Turkey. *Advances in Decision Sciences*, 2014.

Senent Torices F.J., Gisbert Soler, V. (24 de febrero de 2017). Hacer bien las cosas cuando se necesitan, sin prisas, pero sin pausas, una versión española del lean six sigma. 3C Empresa. Vol. 6, n.1, pp.54 -62. ISSN: 2254 – 3376
Doi:10.17993/3cemp.2017.060129.54-62

Ulloa-Enríquez, M. Á. (2012). Riesgos del Trabajo en el Sistema de Gestión de Calidad. Ingeniería Industrial, 33(2), 100-111.

Vergel-Ortega M. "Filosofía gerencial seis sigma en instituciones universitarias". Face-Revista la Fac. Ciencias Econ. y Empres., pp. 99-106. 2015. ISSN: 1794-9920.

6 ANEXO: REPORTE DE PLAGIO

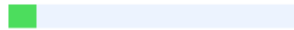
El reporte de posibilidad de plagio de este trabajo, con otros trabajos publicados entrega un porcentaje de similitud de: 10%



Plagiarism Checker X - Report

Originality Assessment

10%



Overall Similarity

Date: may. 21, 2024
Matches: 652 / 6653 words
Sources: 24

Remarks: Low similarity detected, consider making necessary changes if needed.

Verify Report:
Scan this QR Code

