

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.62>

Análisis de Control de Calidad del Sector Muebles Rústicos bajo la Metodología DMAIC

Rustic Furniture Sector's Quality Control Analysis of the under the DMAIC Methodology

Luis F. Amaya G.

Universidad Antonio Nariño

Lamaya47@uan.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-4862-3130>

Duitama- Colombia

Sidhar F. Contreras B.

Universidad Antonio Nariño

Scontreras78@uan.edu.co

<https://orcid.org/https://orcid.org/0000-0001-7186-4437>

Duitama- Colombia

Óscar A. Alarcón P.

Universidad Antonio Nariño

Oscar.alarcon@uan.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-3102-7922>

Duitama- Colombia

Fredy G. García C.

Universidad Antonio Nariño

Frgarcia75@uan.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-0641-2693>

Duitama- Colombia

Artículo recibido: 18 agosto 2022. Aceptado para publicación: 30 de agosto de 2022

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Como citar: Amaya G., L. F., Contreras B., S. F., Alarcón P., Óscar A., & García C., F. G. . Análisis de Control de Calidad del Sector Muebles Rústicos bajo la Metodología DMAIC. LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades, 3(2), 35–52.
<https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.62>

Resumen

La Competitividad Global ha hecho que el aseguramiento de la Calidad se haya convertido en un requisito inherente en los procesos productivos sin importar el sector económico; tal es el caso del sector de los muebles rústicos en Colombia; sector que tradicionalmente se ha dedicado a la fabricación de Muebles tipo Rústicos en Madera, logrando obtener reconocimiento tanto a nivel Nacional como Internacional. Debido a que el proceso productivo empleado por las diferentes empresas del sector es mecanizado, se presentan productos no conformes, provocados por fallas en la manipulación de las máquinas herramientas y materias primas, lo que afecta no solo la satisfacción del cliente, sino también la rentabilidad. A través de un diagnóstico del proceso productivo usando la metodología DIMAIC se busca determinar las causas de las fallas presentadas, con el fin de establecer las acciones correctivas necesarias que garanticen el control de Calidad que permita afianzar la estandarización de los procesos, la mejora continua y generar un aumento de la productividad.

Palabras clave: calidad, muebles rústicos, herramienta, Boyacá-Colombia, metodología DMAIC.

Abstract

Global Competitiveness has made quality assurance an inherent requirement in production processes regardless of the economic sector; such is the case of the rustic furniture sector in Colombia; sector that has traditionally been dedicated to the manufacture of Rustic Wood Furniture, achieving recognition both nationally and internationally. Due to the fact that the production process used by the different companies in the sector is mechanized, non-conforming products are presented, caused by failures in the handling of machine tools and raw materials, which affects not only customer satisfaction, but also profitability. Through a diagnosis of the production process using the DIMAIC methodology, it is sought to determine the causes of the failures presented, in order to establish the necessary corrective actions that guarantee Quality control that allows to consolidate the standardization of processes, continuous improvement and generate an increase in productivity.

Keywords: quality, rustic furniture, tools, Boyacá-Colombia, DMAIC methodology

ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD DEL SECTOR MUEBLES RÚSTICOS BAJO LA METODOLOGÍA DMAIC

El mercado internacional actual, independientemente del sector económico, es cada vez más exigente los requerimientos de calidad de los clientes; esta problemática actualmente se contempla dentro de los objetivos prioritarios cuando de competir a nivel nacional e internacional se trata (Samaniego y Tapia, 2020); ya que el no atender dichos requerimientos conlleva a la pérdida monetaria, por la entrega de productos mal fabricados, cancelación de contratos, y la no obtención de nuevos clientes; factores que acumulados pueden llevar a cualquier organización a la bancarrota (International Six Sigma Institute, 2019).

En la búsqueda de satisfacer los requerimientos de los clientes a cabalidad, una de las metodologías que ha proporcionado resultados exitosos es la metodología DMAIC, respecto a sus siglas en inglés, traducidas al castellano (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar), (Herrera y Fontalvo, 2011), que aunque la filosofía Six Sigma basa su implementación en la metodología DMAIC y es usada en sectores de alta tecnología como la Aeronáutica, también es altamente aplicable en Pymes y empresas de servicios como en los casos de éxito de Pérez y León (2018) y Castillo, Gómez y Zapata, (2020). Respectivamente; al ofrecer una secuencia de pasos estructurados que permite que los beneficios de su implementación se trasladen a diferentes tipos de sectores económicos, como en este caso al sector de los muebles Rústicos en Colombia.

Precisamente en Colombia en los últimos 5 años el sector de los muebles de madera ha tenido un crecimiento del 5,8%, jalonado por otros sectores como la construcción de nuevas viviendas, en donde actualmente el país cuenta con más de 596 organizaciones dedicadas a este sector (Procolombia, 2019); mercado en el cual, si estas organizaciones desean exportar sus productos deben cumplir con altos estándares de calidad, aspecto en donde citando cifras del año 2019, las exportaciones de muebles de madera significaron un ingreso al país de más de nueve millones de dólares, monto del cual más del 80% corresponde a muebles de tipo artesanal, o los llamados Muebles Rústicos (García, 2020), denotando la importancia de la fabricación de este producto en algunas regiones de Colombia, como es el caso del corredor empresarial de la Vereda Puntalarga, ubicado en el departamento de Boyacá, sobre la vía que del municipio de Nobsa conduce al municipio de Duitama, región dedicada a la fabricación de muebles tipo Rústico y sobre la cual se desarrolla el presente estudio, en donde actualmente desarrollan sus actividades 23 organizaciones de este tipo, (Artesanías de Colombia, 2020), y área en donde es evidente la necesidad de planes de control de calidad que garanticen la permanencia en el mercado internacional de estos productos; objetivo que se persigue a partir de una investigación tipo descriptiva- exploratoria con enfoque mixto; llevando a cabo las siguientes fases de investigación: Caracterización del proceso productivo de fabricación de muebles de tipo rústico, Identificación y Priorización de las causas de desviaciones de los procesos y los productos no conformes a través de la aplicación de herramientas de Calidad y Propuesta de acciones correctivas que permitan eliminar o minimizar las desviaciones en el proceso, todo ello a través de la combinación de aspectos investigativos y la metodología DMAIC (Definir, Mejorar, Analizar, Mejorar y Controlar) que permita a las empresas del sector aumentar su nivel de estandarización, mejorar continuamente su desempeño y que a su vez se vea reflejado en una mayor margen de rentabilidad.

MÉTODO

Aspectos teóricos

La metodología DMAIC es un proceso de mejora que se basa en la metodología Seis sigmas, siguiendo un modelo estructurado y organizado de actividades en cada uno de sus macro procesos a los cuales le debe sus siglas, siendo estos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, cada uno de ellos usa herramientas para dar respuesta a los problemas presentados (Ocampo y Pabón, 2012).

El Definir, es la fase inicial del proceso de la metodología, en donde se identifican los diferentes procesos de mejora en los altos cargos de la organización y se selecciona el, o los más optimistas. En este proceso deben responderse preguntas como: ¿Por qué se requiere llevar a cabo la mejora?, ¿Qué beneficios se esperan al implementarla?, ¿Cómo se medirá para definir que la mejora fue exitosa?; respuestas que deben ser resultas a partir del mapa de procesos del proyecto planteado y la opinión del cliente (Pérez y García, 2014).

En la etapa del Medir, una vez se ha determinado el proyecto de mejora a llevarse a cabo, se deben identificar qué características del producto o servicio el cliente considera como primordiales al momento de la compra o la toma del servicio, así como también las variables independientes que generan que ocurran factores que afectan estas características y por ende la calidad del producto. Para ello se deben definir indicadores de desempeño del proceso y la forma como se recolectará la información que indique si este se encuentra dentro de los parámetros aceptables; en esta fase se recomienda el uso de herramientas de control de calidad como: El diagrama de Pareto y cartas de control (Castillo, Gómez y Zapata, 2020).

Cuando se habla de Analizar, se realiza revisión de los datos obtenidos del estado inicial de los procesos con el objetivo de determinar si los eventos que conllevan a las fallas de calidad son situaciones aleatorias o por el contrario son factores recurrentes que pueden ser solucionados con la metodología DMAIC, si es este el caso se estructura un plan de mejoras que se lleva a cabo en la siguiente fase; este análisis puede llevarse a cabo a partir del diagrama causa-efecto, estudio de correlación o diagramas de flujo del proceso (Navarro, Gisbert y Pérez, 2017).

En la fase cuatro, Mejorar, se identifican las posibles soluciones, validando las alternativas y actividades para llevar a cabo la mejora propuesta o seleccionada; en este punto es recomendable el valorar cada alternativa realizando recorridos por el proceso, que podrían ser apoyados por pruebas piloto en determinadas celdas de trabajo que establezcan la viabilidad o no de cada propuesta (Tolamatl, Gallardo, Varela y Flores, 2011).

Finalmente, en la fase Controlar, una vez se ha implementado la mejora seleccionada se deben especificar los mecanismos que garanticen la mejora en el tiempo convirtiéndose en una actividad rutinaria; en donde es recomendable según autores como Garza, González, Rodríguez y Hernández (2016), usar ciertas herramientas estadísticas como gráficos comparativos y diagramas de control y otros métodos más cualitativos como la estandarización de procesos y la definición de manuales de funciones y procedimientos.

Consideraciones metodológicas

La investigación se basa en un enfoque tipo mixto, que pretende analizar y describir el proceso productivo de la fabricación de muebles de tipo rústico con el fin de determinar el de control de calidad adecuado para este sector; de tipo descriptivo, al analizar las características y propiedades de un proceso, las causas de fallos y productos no conformes para proceder a clasificarlas y sintetizarlas y aplicado ya que se presenta una propuesta de mejora que será susceptible de implementación, manteniendo un método inductivo de investigación al tomar como unidad de estudio un área geográfica y a partir de ella determinar el método de control de calidad adecuado para cualquier organización dedicada a la fabricación de este tipo de muebles.

La metodología bajo la cual se desarrolló la investigación consta de 3 fases.

Fase 1. Caracterización: En esta fase se diseña y aplica el instrumento de recolección de información (encuesta) con el fin de identificar las características, actividades, secuencias, llevadas a cabo en el proceso de fabricación de muebles de tipo rústico, apoyándose en la observación directa en el trabajo de campo para verificar la información recolectada, para así luego establecer el estado actual del proceso, el método de producción aplicado y las fallas presentes en el mismo.

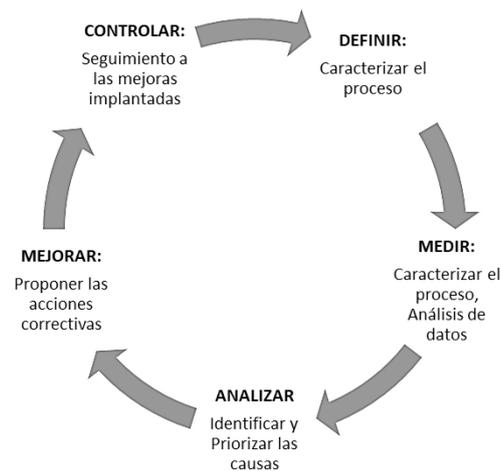
Fase 2. En la cual se identifica y prioriza las causas de las desviaciones del proceso y producto no conforme: A partir del uso de herramientas de calidad tales como: Diagrama de Pareto, Diagrama de dispersión, Diagrama del árbol causal logrando identificar las causas raíz de las desviaciones y no conformidades.

Fase 3. Propuesta de mejoras: Con miras a proponer las posibles mejoras se diseña una propuesta basada en la aplicación del Metodología DMAIC.

La Figura 1 muestra la relación entre la metodología investigativa y la metodología DMAIC.

Figura 1

Relación metodología de investigación y metodología DMAIC



RESULTADOS

Análisis de Herramientas de calidad en el sector Muebles Rústicos

El Definir, Caracterización

Para realizar una adecuada caracterización del proceso de fabricación de muebles rústicos se aplicó el instrumento de recolección de información (encuesta) a una muestra de 23 empresas del sector, este instrumento, estuvo dirigido a trabajadores y propietarios de las mismas, la información se verificó a través de la observación directa de los procesos por parte del equipo investigador en campo.

Según Mariño (2002), existen algunos factores comunes que intervienen en cualquier tipo de proceso productivo, debido a ello, para determinar el estado actual del proceso de fabricación de los muebles de tipo rústico se deben determinar los siguientes factores: Gerencia, Materiales, Métodos, Máquinas y Equipos, Personas, Medio Ambiente y Mediciones.

En cuanto a la materia prima los muebles Rústicos emplean como materia prima madera de pino y amarillo. La madera de pino y la madera de amarillo son adquiridas a través de un programa de compra responsable a empresas incluidas en el Catálogo de Productores de Madera Legal Colombiano (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016); estas maderas poseen características organolépticas que las hacen identificables en una inspección y permiten diferenciar entre las múltiples especies que se encuentran disponibles en el mercado; en la Tabla 1, se describen a profundidad las características organolépticas de la madera de pino y amarillo.

Tabla 1

Características organolépticas de la madera pino y amarillo

	PINO	AMARILLO
Nombre Científico	Podocarpus rospigliosii	Nectandra turbasensis
Nombre Común	Pino real, Pino colombiano	Amarillo, Canelo Laurel
Color	Albura amarillenta, duramen amarillo dorado	Amarillo Dorado
Sabor	Característico	No distintivo
Olor	Agradable	Característico
Textura	Media	Media a gruesa
Veteado	Suave	Suave
Tipo de madera	Medianamente dura y pesada	Moderadamente liviana

Fuente. Elaboración propia a partir de Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2009)

Con el fin de transformar la madera en el producto final se hace necesario que la misma sea sometida previamente a un tratamiento para garantizar su inmunización, durabilidad y que conserve las propiedades físicas que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Propiedades físicas de la madera

	PINO	AMARILLO
Peso Específico (gr/cm ³)	0,49	0,73
Contenido de humedad (%)	13,55	12,39
Resistencia a la Flexión Mínima (Mpa)	29,65	66,45
Resistencia a la Flexión Máxima (Mpa)	31,95	69,01
Resistencia a la Compresión axial Mínima (Mpa)	18,21	48,34
Resistencia a la Compresión axial Máxima (Mpa)	24,38	64,89
Elasticidad (Mpa)	16274	17291

La fabricación de muebles de tipo rústicos se realiza de manera artesanal, a través de la combinación de equipos y herramientas manuales tal cómo se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Equipos y Herramientas usadas en el sector Muebles Rústicos

EQUIPO / HERRAMIENTA	USO PRINCIPAL
SIERRA (Sinfin radial)	Corte de bancos, piezas grandes e irregulares
TROMPO	Fabricación de molduras y fresado de piezas
TORNO	Figurar piezas y secciones
COMPRESOR CON PISTOLA	Pintura de superficies, aplicación de sellador y laca
TALADRO DE ÁRBOL	Perforar la madera para acoplar y ensamblar las diferentes piezas
PLANEADORA	Fabricar superficies uniformes
SOPLETE A GAS	Empleado en la operación de quemado
HERRAMIENTAS MANUALES	Tales como: martillo, cepillos, destornilladores, escoplos, formones o gubias, lijas

Al tratarse de una industria tradicional y familiar. Se cuenta con personal capacitado al interior de las empresas en lo relativo a los métodos de trabajo y diseño de producto.

Las estructuras administrativas de las empresas del sector cuentan con tres (3) niveles jerárquicos básicos: Gerente, Supervisor o Capataz y el nivel inferior que comprende los Operarios y Servicios Generales, propio de pequeñas empresas.

El Medir, Método

Entre los productos elaborados por las empresas del sector, se encuentran: Camas sencillas y dobles, mesas, silla sencilla, sofás, sillones, baúles, muebles para T.V, Bibliotecas y mesas de noche, entre otros.

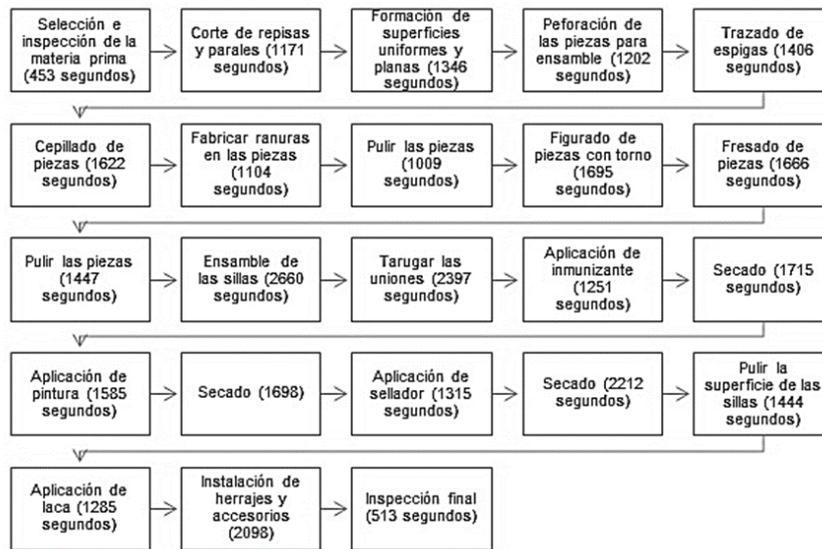
Teniendo en cuenta la diversidad de muebles rústicos fabricados y los requerimientos de mano de obra, materiales, diseño y acabados necesarios para cada uno de ellos, se selecciona la Silla Sencilla como objeto de análisis.

El proceso de fabricación de la silla sencilla inicia con la adquisición de la materia prima (pino); una vez la materia prima es entregada en el taller, un trabajador realiza una inspección visual, verificando la cantidad y el estado e integridad de la misma, luego transporta la madera en carretilla al área de corte. De acuerdo al diseño establecido para la silla, se procede a cortar las bases y paralelos en la sierra sinfín, teniendo en cuenta las dimensiones del producto a fabricar. Las piezas cortadas son llevadas a un banco de trabajo donde a través del empleo de una planeadora se eliminan las deformaciones de las superficies formando una superficie uniforme y plana, mediante un cepillado se pulen cada una de las piezas haciendo uso de formones; un operario traza espigas en las piezas y procede a trasladarlas al taladro de árbol donde se hacen las perforaciones necesarias para el posterior ensamble; después empleando lija se eliminan las pequeñas imperfecciones. A continuación, por medio de un torno, cada una de las piezas se figura para obtener su forma final, luego se procede a fresar cada una de las partes con la ayuda del trompo y se pulen.

Las piezas se trasladan al área de acabados, donde se ensamblan las sillas sencillas, cumpliendo los requerimientos de diseño, se suministra aglutinante y se tarugan las uniones. A las sillas sencillas se les aplica una capa de inmunizante para garantizar su durabilidad; en el momento en que la capa de inmunizante seque, se aplica pintura cubriendo la silla en su totalidad, el operario espera hasta que la pintura seque e inmediatamente aplica sellador, se pulen las superficies y posteriormente se rocía con laca. El proceso termina con la instalación de accesorios (herrajes, detalles decorativos) y mediante una inspección visual se verifica la conformidad del producto, en caso de que el producto no cumpla con los requerimientos se procede a trasladar la silla al taller para corregir la falla detectada, de lo contrario se traslada al almacén para su comercialización, proceso que se resalta junto con sus tiempos en la Figura 2.

Figura 2

Proceso de Fabricación Silla Sencilla



Con el fin de identificar las fallas presentes en los productos terminados y a partir de ellos estimar los valores iniciales del nivel de calidad sigma como recomienda Pande, Neuman y Cavanagh (2004), Se tomó como muestra de análisis, las ventas de sillas sencillas de un período de cinco años (2016- 2020), de una de las organizaciones objeto de estudio que accedió a suministrar la información, Tabla 4.

Tabla 4

Ventas de sillas sencillas

	2016	2017	2018	2019	2020
Unidades	275	292	294	287	297

Cada vez que un cliente encuentra algún defecto en el producto, se procede a cambiarlo por uno conforme y se registra el defecto en una base de datos, con la cual se determinaron las fallas o defectos más frecuentes de los productos, Tabla 5.

Tabla 5

Fallas identificadas

Falla	Frecuencia
Presencia de grietas en la madera	14
Falta de uniformidad en la tonalidad de la pintura	9
Presencia de nudos en la madera	8
Apariencia de producto quemado	6
Producto fuera de dimensiones	4
Superficies rugosas / rasposa	3
Presencia de golpes en el producto	2
Presencia de astillas	1

Una vez determinadas las unidades producidas y la ocurrencia de las fallas, se halla el desempeño de la variabilidad del proceso empleando la medida de Defectos por millón de oportunidades (DPMO). (Chase, Jacobs y Aquilano, 2018).

$$DPMO = \frac{D \times 1000000}{O \times U} \quad (1)$$

Donde:

D= Número de defectos (47)

O= Número de oportunidades de error por unidad (8)

U= Número de unidades (1445)

Reemplazando en la Ecuación (1), tenemos entonces que el DPMO es igual a 4067,75 defectos por millón de unidades producidas.

El nivel de Calidad Sigma es una medida de robustez del proceso debido a que relaciona la calidad y el desempeño de este, (Gutiérrez y De la Vara, 2009). La Tabla 6, muestra los niveles de calidad sigma en relación a los defectos por millón de unidades, donde podemos inferir que el nivel de calidad es 4 para el sector de los muebles rústicos.

Tabla 6

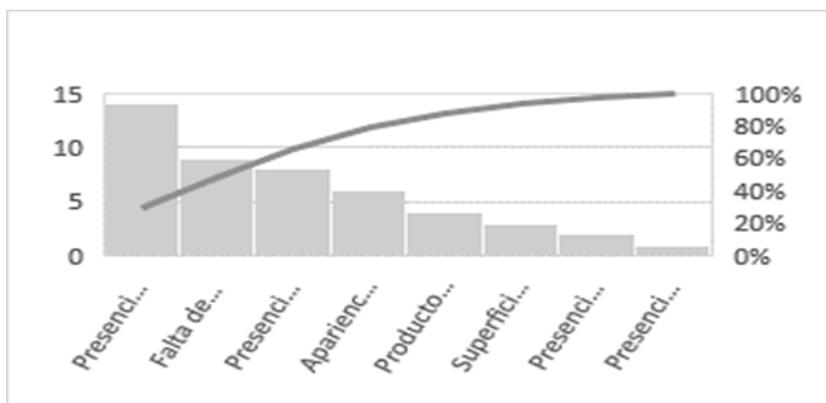
Niveles de calidad Sigma

Nivel Sigma	Rendimiento del Proceso (%)	DPMO
1	30,9	690000
2	69,2	308000
3	93,3	66800
4	99,4	6210
5	99,98	320
6	99,9997	3,4

Mediante el uso de un Diagrama de Pareto, Grafico 3, se priorizan las fallas, mostrando que: la presencia de grietas en la madera, la falta de uniformidad en la tonalidad de la pintura, presencia de nudos en la madera y la apariencia de producto quemado son aquellas que producen el 80 % de los productos no conformes, siendo allí donde deben enfocarse las acciones de control de calidad.

Figura 3

Diagrama de Pareto Fallas Identificadas



ANÁLISIS

Teniendo en cuenta la priorización de fallas obtenidas en el proceso de Medir, y de manera conjunta con los operarios del área de producción, se procede a determinar las causas de cada uno de los fallos a través de diagramas de causas y efecto, y así establecer su jerarquía para emprender acciones de mejora (Camisión, 2006).

La presencia de grietas es la falla con la mayor frecuencia con 29,7%, identificando sus causas, Gráfico 4, y priorizando su criticidad para el proceso, Tabla 7. Se puede inferir que las causas Personas, Máquina y Método están estrechamente relacionadas a través del Secado del producto. El proceso de secado es crítico debido a que a través de este la madera pierde su humedad y provoca que se contraiga ocasionado una disminución de volumen y distorsión de su forma o fractura (Córdoba, 2005).

Figura 4

Diagrama Ishikawa: Presencia de Grietas

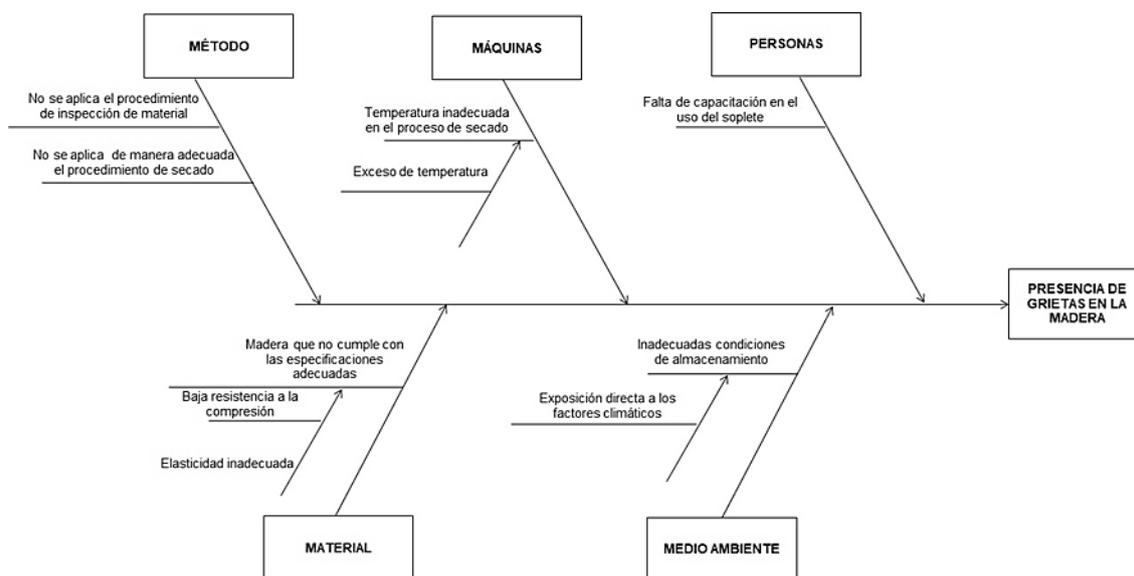


Tabla 7

Priorización de Causas: Presencia de grietas

N°	Causas	PRIORIDAD
1	Temperatura inadecuada en el proceso de secado	
2	No se aplica de manera adecuada el proceso de secado	ALTA
3	Falta de capacitación en el uso del soplete	
4	Inadecuada condiciones de almacenamiento de la madera	MEDIA
5	Madera que no cumple con las especificaciones adecuadas	BAJA

La segunda falla en importancia de acuerdo a su frecuencia de 19%, es la uniformidad en la pintura; por medio de su identificación de causas se infiere que las causas Persona, Método y Máquinas ocasionan que la pintura no se aplique de manera uniforme. Los equipos para aplicar la pintura no se conservan bajo las condiciones adecuadas de limpieza y mantenibilidad. Por otra parte, el procedimiento establecido para realizar la actividad de pintura no se sigue de manera estricta por parte del operario debido al desconocimiento del mismo o falta de re inducción.

La presencia de nudos en la madera representa el 17% del total de las presentadas en el proceso de fabricación de muebles rústicos. Sus causas se deben a falta de conocimiento de la recepción de materias primas, inadecuado almacenamiento, exposición a factores climáticos e inadecuada selección de proveedores. Las causas Método y Material se resaltan como las más sobresalientes. De acuerdo con García (2010), los nudos son defectos de constitución y se producen por el nacimiento de las ramas, estos se pueden detectar a simple vista y la madera con este defecto no debe ingresar al proceso.

Finalmente, la apariencia de productos quemados representa el 13% de las fallas presentadas; entre las causas identificadas, Método, Persona y Máquina, se encuentran falta de capacitación en el uso del soplete, inadecuada calibración de los instrumentos, no se aplican los tiempos establecidos ni se hace seguimiento de los procesos. Se evidenció que los operarios no aplican el procedimiento establecido para el secado de los productos, excediendo el tiempo de exposición del producto a la llama, siendo este el factor más relevante.

Mejorar

Se tuvo en cuenta las causas con prioridad alta y media identificadas en la sección anterior (Medir), y a partir de ellas se plantean diferentes alternativas de solución, Tabla 8, que permiten mejorar el desempeño del proceso, dando lugar a la disminución en la ocurrencia de errores producidos.

Tabla 8

Acciones de mejora propuesta

FALLAS	CAUSA	ACCIÓN PROPUESTA
Presencia de grietas en la madera / Apariencia de producto quemado	Temperatura inadecuada en el proceso de secado	<ul style="list-style-type: none"> · Implementar medición de temperatura a través de instrumento de medición · Revisión y actualización del procedimiento de secado incluyendo control de temperatura · Seguimiento a la aplicación del procedimiento
	No se aplica de manera adecuada el proceso de secado	<ul style="list-style-type: none"> · Capacitación al personal en aplicación de procedimiento de secado
	Falta de capacitación en el uso del soplete	<ul style="list-style-type: none"> · Certificación de la competencia de los operarios · Implementar evaluación de desempeño para operarios
	Inadecuada condiciones de almacenamiento de la madera	<ul style="list-style-type: none"> · Instalar mamparas que protejan la madera de las condiciones ambientales · Garantizar el aislamiento de la madera prima de otras áreas · Inspección periódica del estado físico de la madera en el almacenamiento
	Deficiente proceso de aplicación de pintura	<ul style="list-style-type: none"> · Revisión y actualización del procedimiento de pintura, estableciendo la formulación adecuada en la preparación de la pintura · Seguimiento a la aplicación del procedimiento · Capacitación al personal en aplicación de pintura
Falta de uniformidad en la tonalidad de la pintura	No se aplica de manera adecuada el procedimiento de pintura	<ul style="list-style-type: none"> · Certificación de la competencia de los operarios
	No se realiza el seguimiento a los productos a través de inspección	
	Mal funcionamiento de la pistola y compresor	<ul style="list-style-type: none"> · Implementación de inspecciones pre operacionales de los equipos · Implementar programa de mantenimiento preventivo

	Uso de pintura con mayor grado de viscosidad	<ul style="list-style-type: none"> · Establecer la fórmula para la preparación de la pintura dejando en claro la proporción de pintura y disolvente necesarias
	Madera que no cumple con las especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> · Revisión y actualización del procedimiento de inspección incluyendo requisitos y características que debe cumplir la madera empleada en el proceso de producción · Registro y seguimiento de las inspecciones · Capacitación al personal en requisitos de conformidad de la madera
Presencia de nudos en la madera	No se aplica el procedimiento de inspección de material Falta de conocimiento de aceptación de la madera	<ul style="list-style-type: none"> · Aplicar como requisito un muestreo para aceptación de la madera
	Falta de seguimiento a proveedores	<ul style="list-style-type: none"> · Establecer selección evaluación y re evaluación de proveedores · Comunicar a proveedores causales de rechazo de material

Controlar

Con el fin de asegurar el mantenimiento en el tiempo de las acciones de mejora propuestas, se recomiendan las herramientas de control necesarias para realizar el seguimiento y establecer su eficacia.

Temperatura: Según los datos obtenidos, las variaciones de temperatura influyen en la aparición de fallas como presencia de grietas y apariencia de producto quemado; los programas de secado pueden ser: Fuerte o acelerado (temperatura de 50°C a 70°C), Suave o lento (temperaturas de 40°C a 60 °C) y Moderado (temperaturas de 45°C a 65°C). Teniendo en cuenta, que el proceso de fabricación de muebles rústicos es artesanal, en conceso con los operarios, se decidió elegir como temperatura para el proceso de secado 45°C.

Se incluye la temperatura en el procedimiento de secado de productos, la cual se debe registrar diariamente con un termómetro de gas, la medición se consignará en un formato para su trazabilidad. Se recomendó hacer análisis periódico a través de gráficos de control.

Capacitación: Debido a que se observó que no se aplican los procedimientos: Secado de productos y Pintura, como medida de control se establece indicadores de gestión para medir semestralmente: Cobertura de capacitación, número de operarios certificados, calificación de la evaluación de desempeño.

Programa de inspección: Se debe incluir como requisitos en las listas de verificación: condiciones de orden y aseo, presencia de filtraciones en lugares de almacenamiento, tipos de defectos en la madera (incluyendo imágenes para ayudar a la identificación), atributos del producto, como por ejemplo acabado de pintura, para determinar su aceptabilidad o rechazo; requisitos para el almacén de materia primas.

Programa de mantenimiento preventivo: Se debe determinar un cronograma de mantenimiento, donde se define la periodicidad de maquinaria y equipo pertenecientes al proceso productivo. Se crean hojas de vida de máquinas y equipos para registrar las actividades de mantenimiento realizadas a cada uno de ellos respectivamente. Se establecen inspecciones pre operacionales para detectar de manera temprana las desviaciones relacionadas con el funcionamiento de los equipos. Se recomienda un seguimiento mensual al programa.

Selección de proveedores: Para la selección de proveedores se incluye como requisito: materia prima no conforme entregada, atención a devoluciones. La evaluación semestral a los proveedores debe incluir una visita a las instalaciones para conocer su proceso de producción.

Almacenamiento: Para evitar el efecto de contaminación cruzada se debe instalar la protección, que garantice mantener la materia prima en condiciones óptimas, su seguimiento será mensual a través del programa de inspecciones.

DISCUSIÓN

La recopilación de información secundaria tanto para el desarrollo del proyecto como para identificar las características del sector, resalta la importancia para la economía Colombiana de los llamados productos tradicionales que al ser elaborados con alto componente de mano de obra mantienen un selecto grupo de clientes en el mercado internacional, siendo este el caso de los muebles rústicos Colombianos; razón por la cual se justifican el realizar este tipo de estudios que propenden el mantener la satisfacción del cliente y mejorar sus estándares de calidad y eficiencia de sus procesos. Al realizar la caracterización de los procesos teniendo en cuenta una muestra representativa de este tipo de organizaciones pueden hallarse las similitudes en cuanto actividades de producción que se llevan a acabo e este sector el cual presenta muy poca actuación por parte de la academia y de igual forma de documentos académicos disponibles en bases de datos. Como se muestra en el desarrollo del documento el nivel de Sigma del sector es 4, un resultado muy interesante al tratarse de procesos tradicionales en donde la mano de obra y la destreza del operario es crucial en la obtención de productos de calidad; de igual forma se resalta la importancia del talento humano del área de producción al ser estos quienes identifican de primera mano las variables que inciden en los defectos detectados que disminuyen la calidad. También la investigación demuestra la viabilidad del uso de la metodología DMAIC que al tratarse de un enfoque que se usa tradicionalmente en empresas de base tecnológica alta, se pensaría que resulta ineficiente al ser usado en sectores tradicionales como la fabricación de muebles rústicos. Finalmente vale la pena mencionar que el uso de herramientas de control de calidad tradicionales de carácter estadístico como subjetivo resultan eficientes en la búsqueda de la calidad y mejora de esta, en cualquier tipo de organización, en donde la solución es el estar en un constante mejoramiento continuo de los procesos, objetivo que puede lograrse a partir del uso de diferentes herramientas como la metodología DMAIC, cuya efectividad se demuestra el presente estudio.

REFERENCIAS

- Artesanías de Colombia (2020). Plan de negocios municipio de Nobsa - Puntalarga. <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/2890/1/INST-D%202014.%20103.pdf>
- Camisón, C., Cruz, S., y González, T. (2006). Gestión de la Calidad: Conceptos, Enfoques, Modelos y Sistemas. PEARSON EDUCACIÓN.
- Castillo, C., Gómez, A., y Zapata, a. (2020), Evaluación de la calidad en establecimientos bancarios del sector financiero Colombiano mediante el ciclo DMAIC de la metodología Seis Sigma. ResearchGate, 1 (1), 1-22. https://www.researchgate.net/publication/342110665_Quality_evaluation_in_banking_establishments_of_the_Colombian_Financial_Sector_through_the_DMAIC_improvement_cycle_of_the_Six_Sigma_methodology
- Chase, R., Jacobs, F., y Aquilano, N. (2018). Administración de Operaciones. Producción y Cadenas de suministros. McGraw Hill.
- Córdoba, R. (2005). Conceptos Básicos sobre el secado de la madera. Kurú: Revista Forestal, 2 (5), 1-5. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/546>
- García, J. (2010). La madera y materiales derivados en la fabricación de soportes artísticos: aportación estructural y estética. (Tesis de Doctorado), Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/12301/1/T27141.pdf>
- García, D. (2020). Estudio de prefactibilidad para la fabricación y comercialización de mobiliario en hierro reciclado en la ciudad de Medellín. (Tesis de Maestría), Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/xmlui/handle/10784/17435>
- Garza, González, Rodríguez y Hernández (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, 22 (1), 19-35. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2337>
- Gutiérrez, H. y Dela Vara, R. (2009). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. McGraw Hill.
- Herrera, R., y Fontalvo, T. (2011). Seis Sigma Métodos Estadísticos y sus aplicaciones. McGrawHill Education.
- Hernández, R., Fernandez, C., y Baptista, M. (2010). Metodología de la Investigación. McGrawHill Education.
- Mariño, H. (2002). Calidad: Lecciones Aprendidas. Alfaomega.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). Guía de compra y consumo de madera responsable. https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Gobernanza_forestal_2/6._Gu%C3%ADa_de_Compra_y_Consumo_Responsable_de_Madera_en_Colombia.pdf
- Navarro, E., Gisbert, V., y Pérez, A.(2017). Metodología E Implementación De Six Sigma. 3C Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico, 6(5), 73-80. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.73-80>
- International Six Sigma Institute. (2019). Six Sigma Revealed. https://www.sixsigma-institute.org/Six_Sigma_Books_International_Six_Sigma_Institute.php
- Ocampo, J., y Pavon, A. (2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de eventos Discretos en Flexsim. En Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean

Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014) "Excellence in Engineering To Enhance a Country's Productivity" July 22 - 24, 2014 Guayaquil, Ecuador

Pande, M., Neuman, R., y Cavanagh, R. (2004). Las claves prácticas de Seis Sigma. McGrawHill.

Perez, E., y Garcia, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Tecnología en Marcha*, 27 (3), 88-106. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2070>

Perez, M., y Leon, L. (2018), DMAIC como estrategia para control de dureza en la fabricación de galletas. *Reaxion*, 5 (2), 1-8. https://www.researchgate.net/publication/326426980_DMAIC_como_estrategia_para_control_de_dureza_en_la_fabricacion_de_galletas

Procolombia (2019). Industria del mueble colombiano, un mercado de muchas oportunidades. https://www.colombiatrade.com.co/noticias/industria-del-mueble-colombiano-un-mercado-de-muchas-oportunidades?_cf_chl_jschl_tk__=3eb7a4b3ea15f5ea066336e91b0af03d51f9aae6-1621480756-0

Samaniego, J., y Tapia, M. (2020), Análisis del proceso de manufactura para la aplicación de la metodología DMAIC en una empresa de plásticos. *Pistas Educativas*, 136 (1), 853-866. <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/2316>

Tolamatl, J., Gallardo, D., Varela, J., y Flores, E. (2011): Aplicación de Seis Sigma en una microempresa del ramo automotriz. *Revista Conciencia Tecnológica*. 136 (1), 11-18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3829811>