

**APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN LA ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN LA EMPRESA
AM ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA MEDIANTE
LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA**

**CABARCAS GONZÁLEZ LUIS GABRIEL
MARUM REYES DAVID JOSÉ
VANEGAS PEÑA LUZ DARY**



**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA, CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BARRANQUILLA
2012**

**APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN LA ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN LA EMPRESA
AM ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA MEDIANTE
LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA**

**CABARCAS GONZÁLEZ LUIS GABRIEL
MARUM REYES DAVID JOSÉ
VANEGAS PEÑA LUZ DARY**

Proyecto de grado para optar al título de ingeniería industrial

Harold Alexis Pérez Olivera

Director de Programa de Ingeniería Industrial

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA, CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BARRANQUILLA
2012**

(PÁGINA DE ACEPTACIÓN)

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Barranquilla, 28/03/2012

DEDICATORIAS

A Dios por ser parte de mi vida, por guiarme y bendecirme cada día.

A mis padres, por ser ejemplo de lucha y superación, por su apoyo en momentos difíciles, mi madre CRUZ PEÑA quien es mi fuerza y mi motor para seguir superándome cada a día.

A mis hermanos y amigos quienes siempre estuvieron allí ofreciéndome su apoyo incondicional.

A los profesores quienes ofrecieron conocimiento y experiencias que motivaron para dar lo mejor de nosotros.

A mis compañeros de carrera de quienes aprendí muchísimo, cada día recordare muchas vivencias compartidas, momentos alegres y tristes los cuales quedaran grabados para siempre en mi memoria.

Luz Dary

Con mucho cariño dedico este logro a la memoria de mi Madre, Carmen González Polo, porque todo lo que he logrado se lo debo a su amor incondicional.

A Dios, por darme la fortaleza que necesité para seguir adelante.

A mi hermano, José Enrique Cabarcas, por darme esa palabra de aliento cuando más lo necesitaba.

A mi novia y compañera, Martha rojas Cadena por apoyarme, quererme y creer en mí todos estos años

A toda mi familia por el gran apoyo durante mi carrera

Luis Gabriel

Primeramente a Dios por ser parte de mi vida,

A mi madre, por ser ejemplo de superación y su apoyo en los momentos difíciles de mi vida, mi madre WLDY REYES.

A mi hermana quien siempre estuvo allí ofreciéndome su apoyo incondicional.

A mi novia y compañera, Wendy Navarro por apoyarme, amarme y confiar en mí siempre.

David José

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios padre celestial por brindarnos la oportunidad de ver el amanecer de cada día, por lo que nos ofrece diariamente padres excepcionales , hermanos (as) maravillosos, amigos incondicionales, y docentes que han sido parte de nuestra formación universitaria.

Agradecer de manera muy especial a nuestro Tutor Ing. Harold Pérez Olivera por su colaboración, disposición y ayuda en distintas fases de este crecimiento profesional.

También se agradece a la empresa ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILO. Y sus miembros, en especial a Freddy Pastrana por facilitarnos la información y la confianza para realizar el proyecto.

Luz Dary, Luis Gabriel y David José

RESUMEN

Desde sus inicios Seis Sigma (Six Sigma) ha sido considerada como una nueva tecnología de mejora de los procesos y servicios que ha logrado impactar en forma significativa en resultados en empresas. El presente trabajo tiene como finalidad el mostrar la manera en que se puede disminuir la variabilidad de un proceso de fabricación de muebles por medio del uso de la metodología Seis Sigma, además de comprobar si es aplicable a una mediana empresa. Este proyecto se llevó a cabo en la empresa ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILO, la cual tenía problemas en el flujo de operaciones y su correspondiente tiempo de ciclo.

Para el desarrollo, se identificaron las variables que afectan el problema; se establecieron métricas y la aplicación del ciclo DMAIC a través del cual se identificaron las causas raíces, lo que permitió encontrar soluciones gracias a la implementación de las mejoras; y se les dio seguimiento en un periodo de 3 meses para estandarizar el proceso, logrando alcanzar las metas planteadas. Para el análisis, se emplearon herramientas del control estadístico de procesos y el uso del software Minitab para el procesamiento y análisis de datos.

ABSTRACT

Six Sigma has been considered a new improvement technology of processes and services since its origins. It has had a meaningful impact on the results in companies. The purpose of this paper is to show how the use of this methodology can reduce the variability in a process of furniture manufacturing. Furthermore, it will be proved if this methodology could be applied in a medium sized- enterprise. This project was carried out at ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILO company, which had problems concerning to the flow of operations and his corresponding time of cycle.

For developing this methodology, the variables affecting the problem were identified; metrics and the applications of DMAIC project (that allowed the identification of root causes) were established; and the implementation of improvements made possible the monitoring for a 3 month period to standardize the process to achieve the established goal.

For the statistical analysis, statistical control tools of processes and Minitab software for data processing and analysis were used.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2. LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE MUEBLES.....	17
2.1. LA FABRICACIÓN DE MUEBLES.....	19
2.2. LA CADENA PRODUCTIVA DE LA MADERA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA	23
2.3. LA FABRICACIÓN DE MUEBLES DE MADERA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA.....	30
3. METODOLOGÍA LEAN SEIS SIGMA	38
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS	57
5. APLICACIÓN DE LEAN SEIS SIGMA EN LA EMPRESA ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS ...	58
PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE SILLAS.....	83
PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE MESA.....	91
PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE MARCO ESPEJO	97
5.4.1. Comportamiento actual del Proceso de Corte de mesas.....	113
5.4.2. Comportamiento actual del Proceso de corte de sillas.....	117
5.4.3. Comparativo del proceso antes y después de las implementaciones	121
6. BIBLIOGRAFÍA.....	127
7. ANEXOS.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La preparación de la madera en bruto: primer eslabón en la cadena transformadora	18
Figura 2. Fabricación de muebles. Una industria de tradición familiar en Barranquilla	20
Figura 3. Cambio esperado y necesario en la Capacidad competitiva de los fabricantes	32
Figura 4. Diamante competitivo para la actividad de fabricación de muebles de madera de la ciudad de Barranquilla	33
Figura 5. Cambio esperado y necesario en la Capacidad competitiva de los fabricantes ...	34
Figura 6. Metodología de Mejoramiento Continuo	50
Figura 7. Mapa de Procesos General para la fabricación de muebles.....	62
Figura 8. Mapa de Procesos detallado.....	63
Figura 9. Diagrama de Pareto	71
Figura 10. Histograma de Tiempos de procesamiento en el corte de mesas.....	74
Figura 11. Histograma de Tiempos con curva normal en el proceso de corte de mesas	75
Figura 12. Gráfica de valores individuales Tiempos de procesamiento de corte de mesas	75
Figura 13. Prueba de normalidad de los datos de tiempos de corte de mesas referencia Aurora	76
Figura 14. Capacidad del proceso de corte de mesas.....	77
Figura 15. Cálculo de capacidad corte de mesas. Nivel sigma.....	78
Figura 16. Histograma de Tiempos de procesamiento en el corte de sillas Aurora	80
Figura 17. Gráfica de valores individuales de Tiempos	80
Figura 18. Prueba de normalidad para los tiempos de corte de sillas Aurora.....	81
Figura 19. Cálculo de capacidad del proceso de corte de sillas Aurora.....	82
Figura 20. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Silla Aurora.	103
Figura 21. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Silla Liverpool.	104
Figura 22. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Mesa Aurora.....	104
Figura 23. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Mesa Liverpool.....	105
Figura 24. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Marco Espejo.....	105
Figura 25. Flujo de operación propuesto para la operación de corte y lijado.....	107
Figura 26. Movimiento cíclico en las operaciones de corte y lijado	108
Figura 27. Modulo de Centros de Trabajo	109
Figura 28. Modulo Materiales.....	110
Figura 29. Modulo Entrada de Materiales y Herramientas	110
Figura 30. Modulo Uso de los materiales y herramientas	111
Figura 31. Modulo Stock	112

Figura 32. Histograma de Tiempos de procesamiento mesas Aurora posterior a implementaciones.....	115
Figura 33. Gráfica de valores individuales de Tiempos de procesamiento mesas Aurora posterior a implementaciones	115
Figura 34. Prueba de normalidad de los datos – Tiempos de corte mesas Aurora luego de implementaciones.....	116
Figura 35. Capacidad del proceso de corte de mesas posterior a implementaciones	117
Figura 36. Histograma de tiempos de procesamiento del corte de sillas Aurora después de las implementaciones	119
Figura 37. Gráfica de valores individuales de tiempos de corte de sillas Aurora después de implementaciones.....	119
Figura 38. Prueba de normalidad del proceso de corte de sillas Aurora luego de implementaciones.....	120
Figura 39. Capacidad del proceso de corte de sillas Aurora posterior a implementaciones	121

INTRODUCCIÓN

Seis Sigma ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la productividad y calidad en una amplia gama de procesos productivos y, por consiguiente, ha permitido generar impactos favorables desde el punto de vista económico [1].

Una de sus principales características es la rapidez con que se obtienen resultados; aplicándolo de manera sistemática, se obtienen diversos beneficios como son: un éxito sostenido, ayuda a definir un objetivo de rendimiento, aumenta el valor para el cliente, acelera la tasa de mejora, propicia el aprendizaje y lleva a cabo un cambio estratégico [2].

La estadística descriptiva constituye un componente importante para el éxito de los proyectos Seis Sigma, que puede ser empleada en procesos productivos y de servicios. Además del empleo de la estadística, es de suma importancia el compromiso de la alta dirección y de cada una de las áreas involucradas en el proceso, así como contar con las herramientas y recursos necesarios.

Hasta el día de hoy sólo se han encontrado aplicaciones de la metodología a procesos del ramo automotriz y financiero, no hallando información sobre la aplicación a la industria del mueble.

Ardes Muebles Diseños y Estilos es una empresa que se dedica a la fabricación de muebles de madera para el hogar; maneja diferentes líneas de muebles, entre las cuales se encuentran juegos de sala y consolas fabricados en madera de roble; cuenta con una nómina de trabajadores que varía de acuerdo al volumen de producción, pero se encuentra en la categoría de pequeña empresa y es uno de los proveedores de la

compañía Muebles Jamar, empresa líder en la comercialización de muebles para el hogar en la Región Caribe.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Muebles Jamar es la empresa líder en comercialización de muebles para el hogar y con un potencial de crecimiento asombroso. Soporta sus procesos de operación en su valiosa red de proveedores, Pymes que se dedican al diseño y fabricación de muebles abarcando el amplio espectro de demanda del mercado de este tipo de productos, y al mismo tiempo constituyéndose en un importante motor de generación de empleos que beneficia a un número importante de hogares del departamento.

Dentro de ese grupo de proveedores se encuentra la compañía Ardes Muebles Diseños y Estilos, que se dedica a la fabricación de juegos de comedor y consolas desde 1997, bajo la dirección de un núcleo familiar que con su empeño y dedicación ha visto crecer su negocio y está siempre en búsqueda de mejorar sus capacidades.

Sin embargo, por ser una empresa joven y que ha crecido a medida que el mercado de su empresa tractora ha ido en crecimiento, así mismo, su crecimiento acelerado la ha llevado a crecer de manera desordenada, y en ese sentido, requiere en la actualidad poder desarrollar proyectos que le permitan utilizar de manera eficiente sus recursos y poder aumentar su capacidad productiva.

En ese orden de ideas, la gerencia se preocupa por disminuir los tiempos de procesamiento de sus procesos productivos, para de esa manera contar con una mayor capacidad de reacción ante el mercado, aprovechando de mejor manera su capacidad instalada actual.

En ese orden de ideas, y siendo el proceso de corte el más complejo y que marca el ritmo de producción actualmente, la compañía desea saber ¿cuál es la mejor manera de programar los trabajos en el proceso de corte de la compañía, que conlleve a disminuir los tiempos de procesamiento actuales?

2. LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE MUEBLES

La cadena productiva es una representación abstracta que muestra las relaciones comerciales y de producción entre actores (corporaciones, empresas, comunidades) que representan los eslabones del proceso de extraer o cultivar árboles en bosques para obtener madera a fin de transformarla sucesivamente hasta obtener productos de alto valor agregado para llevarlos a un mercado de consumidores en el país o en el exterior, generando riqueza y obteniendo de esta forma un ingreso que debería repartirse con la mayor equidad entre los actores de la cadena.

En Colombia la cadena forestal es incipiente si se la analiza a nivel macro o nacional y un poco más definida al observarla a nivel regional. Puede abstraerse que está conformada por al menos 6 eslabones compuestos todos por organizaciones o empresas dedicadas a distintas tareas dentro de los sucesivos procesos de transformación. Empresas o conjuntos de empresas a las que debería poder medirse su productividad, en términos de eficacia, eficiencia y efectividad con relación a resultados, calidad, recursos empleados, métodos o prácticas y tecnologías en uso, y su competitividad.

El análisis se hace interesante al describir la cadena de adelante hacia atrás, es decir a partir de los clientes o consumidores finales en los mercados nacionales e internacionales. El último eslabón lo constituyen los consumidores finales ubicados en las familias (hogares) o en las empresas que en el país o en el exterior compran bienes derivados de la madera como muebles para distintos usos, productos derivados del papel (papel para imprimir, impresiones de tipo editorial, comercial y en empaques, papeles de uso sanitario, papeles suaves, empaques), material para calefacción o como dendroenergía. Dichos consumidores finales son atendidos por una red de canales de comercialización que compran al penúltimo eslabón o de tercera transformación conformado por las

empresas que fabrican muebles, las que fabrican papel y derivados del papel y las que fabrican briquetas de madera para calefacción y otros usos energéticos. Los fabricantes de muebles adquieren materias primas semielaboradas o de segunda transformación al eslabón en el que participan las empresas dedicadas a la producción de bienes intermedios como son los fabricantes de tableros de madera (chapados, contrachapados y aglomerados).

El eslabón de primera transformación lo conforman las empresas que preparan la madera que viene del bosque a través de procesos de aserrío y aserradero y subprocesos de secado, cepillado e impregnación o inmunizado. Su producto es la madera aserrada y dimensionada que venden al los fabricantes de tableros y a los fabricantes de muebles. Antes de la primera transformación se encuentra el eslabón de las plantaciones forestales de uso industrial, son sistemas productores de materia prima donde se cultivan distintas especies vegetales para la producción de madera o ésta se extrae del bosque natural (importante de analizar en el caso Colombiano). Los productos de este eslabón están clasificados como madera en rollo y madera en rollo industrial, astillas y desperdicios (también importantes en el caso colombiano).



Figura 1. La preparación de la madera en bruto: primer eslabón en la cadena transformadora

En el primer eslabón de la cadena productiva forestal se encuentran los proveedores de insumos para la industria que incluyen los insumos para el cultivo o plantación y para las transformaciones sucesivas. Involucra entonces a los proveedores de semillas y plántulas (viveros y biofábricas), insumos agrícolas (plaguicidas, abonos), maquinaria forestal y herramientas.

La cadena tiene un entorno institucional conformado por las regulaciones y aspectos de política de incentivos a la producción y un entorno organizacional conformado por las entidades que dan soporte a la cadena en asuntos como la capacitación, la investigación, la consultoría etc.

2.1. LA FABRICACIÓN DE MUEBLES

Para la cadena forestal-madera-tableros-muebles, en especial para la producción de tableros a base de madera, el fabricante de muebles y la empresa de construcción son un cliente importante. Estos fabricantes de muebles son los sistemas de tercera transformación dentro de la cadena.

Las exportaciones de muebles de madera han aumentado hasta alcanzar en 2006 la cifra de USD\$ 64,12 millones, que sin ser una gran cifra comparada con otros competidores en Latinoamérica como Brasil, representa un aumento del 34% con relación a las exportaciones de 2005. Es interesante señalar que las exportaciones comenzaron a subir a final de la recesión económica que tuvo lugar en el segundo quinquenio de los 90 y probablemente como reacción a la falta de demanda nacional, los empresarios buscaron nuevos rumbos. Como fenómeno contrario las importaciones han descendido, presentándose una balanza comercial positiva para los muebles (AGROCADENAS, 2005).



Figura 2. Fabricación de muebles. Una industria de tradición familiar en Barranquilla

Los fabricantes de muebles admiten segmentación en dos grandes categorías: El que se denominará fabricante moderno y el fabricante tradicional. Las características de cada uno de ellos son las siguientes:

El fabricante moderno tiene su producción orientada a la exportación, aunque no como la principal proporción de su negocio, que ofrece productos de alta calidad con adecuados estándares de categoría internacional, sin certificación por terceros independientes. Revisa la calidad de los insumos y compra de manera formal en el mercado local o importando directamente. Mantiene una red de proveedores. Cuenta con tecnología adecuada para las operaciones y procesos, incluyendo algunos dispositivos automatizados, en instalaciones adaptadas para una operación eficiente que permiten además un manejo de la componente ambiental del proceso.

Los productos son una mezcla de varios tipos de muebles RTA a partir de tableros aglomerados y contrachapados que se utilizan en distintos ambientes de vivienda y oficinas. Trabaja bajo pedido pero mantiene un stock de muebles diversos que ha estudiado y tienen salida en el mercado nacional. Algunos fabricantes modernos,

suministran muebles al sector institucional (escuelas, hospitales etc.). Además de competir con otros fabricantes de muebles, tiene que competir con los fabricantes de productos intermedios como tableros, dado que éstos se están integrando hacia adelante para intentar llegar al consumidor final.

Utiliza mano de obra calificada para las tareas de supervisión, a los demás operarios los ha calificado en el trabajo. Posee capacidad gerencial. La empresa se organiza por departamentos o unidades destacándose el mercadeo y las ventas, la producción y el empaque y entrega; también los asuntos de recursos humanos y financiero- contables.

Tiene capacidad para responder a exigencias en especificaciones y tiempos de entrega, pero sus sistemas de control y contabilidad de costos aún no están bien implantados. Utiliza sistemas de información relativamente eficientes. Algunos tienen certificaciones de proceso tipo ISO 9000. Sin embargo sus problemas se relacionan con la integración entre procesos; dado que la producción es por lotes y bajo pedido, surgen inconvenientes para abastecer y controlar este tipo de producción en una organización que es de tipo funcional. Implanta desarrollos informáticos para la administración (contabilidad, nómina) y de manera incipiente para la producción, los suministros y el mercadeo.

Desarrolla diseños propios o adopta diseños sugeridos por el comprador, participa en ferias y eventos comerciales en el país y en el exterior. Sigue cambios en las tendencias del mercado y preferencias del consumidor. Abastece y compite en grandes superficies, aunque puede tener sus propios puntos de venta diseminados en una región o en todo el país. Tienen integrados desarrollos informáticos incipientes en sus relaciones con el cliente.

Por su parte el fabricante tradicional se encuentra en empresas de tipo familiar, con una integración taller-local comercial, a veces se integra también la vivienda. Produce

básicamente muebles para el mercado local, trabajando bajo pedido de clientes individuales o empresariales.

Compite con otros fabricantes tradicionales de muebles en el mercado local o regional; son productores en mayor proporción de muebles para el hogar. En el negocio hay estacionalidad. Este tipo de negocio tiene una gran componente de informalidad en Colombia. Emplea personal de baja calificación, que se entrena en el sitio de trabajo, no maneja procesos de recurso humano y el personal tiene alta rotación. Tiene deficiencias de organización empresarial y poca cultura exportadora y de atención al cliente. La incipiente dirección se expresa en órdenes y contraórdenes, poca especialización en el empleado.

Se abastece de insumos mediante intermediarios y en pequeña escala, no pueden certificar la procedencia u origen de la materia prima, por lo cual se estima que compran madera de bosques naturales; la calidad se controla de manera intuitiva y sin protocolos. Posee talleres con infraestructura insuficiente y tecnología de equipos y herramientas desactualizada, por lo cual incurre en paros y gastos de mantenimiento correctivo; el know-how de los procesos se basa en la experiencia de los más viejos en la empresa. No se trata el aspecto ambiental relacionado con residuos, ruido y salud ocupacional.

Algunos fabricantes tradicionales, compran productos y piezas sin terminar, las ensamblan y terminan para la venta. Son buenos en terminados de apariencia trabajando sobre maderas de baja calidad. Por lo general trabajan madera sólida y también tableros. Su capacidad de producción se copa fácilmente por lo que tienen dificultades en atender a tiempo los pedidos; también tienen dificultades para acceder al crédito y por lo tanto tienen problemas de capital de trabajo y flujo de caja. No poseen controles de costos, ni contabilidad de los mismos. Fabrican nuevos diseños a partir de la copia de revistas especializadas y en concertación con el cliente. No utilizan tecnologías informáticas en los procesos técnicos, ni en los administrativos, tampoco para relacionarse con el cliente.

2.2. LA CADENA PRODUCTIVA DE LA MADERA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA

La cadena forestal, madera y muebles comprende la producción de madera (en bosques naturales o plantaciones forestales), las actividades de explotación de la madera (tala de árboles y extracción de la madera en rollo), aserrado y la fabricación de muebles y accesorios. La madera en rollo industrial puede utilizarse de varios modos: trozas para su transformación en madera aserrada, que a su vez es un insumo para la construcción de bienes diversos; trozas para chapas transformadas en tableros de madera con fines diversos, puntales para usos en minería, postes para comunicaciones y construcción, madera en pasta como insumo básico para la producción de papel y cartón, y otras maderas industriales con fines múltiples.

2.2.1. PROCESO PRODUCTIVO.

La cadena de madera y muebles de madera está conformada por los siguientes eslabones: artículos diversos, chapas, estructuras y accesorios para la construcción (incluye pisos y techos), madera aserrada, madera inmunizada, manufacturas de corcho, muebles en mimbre, muebles para el hogar, muebles para oficina y de uso industrial, residuos, tableros aglomerados y tableros contrachapados.

El proceso de producción de la cadena madera y muebles de madera se origina en las plantaciones forestales y en los bosques naturales explotados en su mayoría sin ningún control. Las dos fuentes de materia prima son los bosques nativos y las plantaciones forestales. Estas fuentes, sin embargo, no hacen parte de este análisis. De los bosques nativos y las plantaciones forestales se obtienen las trozas o también denominadas maderas en bruto procesadas por los aserraderos y convertidas en maderas aserradas o

chapas, que posteriormente serán utilizadas en la construcción o fabricación de muebles, tableros, puertas, pisos y techos, artículos de madera y corcho, entre otros.

Particularmente la ciudad de Barranquilla se caracteriza por conglomerar empresas que van de las actividades de aserrío, venta y comercialización de madera inmunizada, fabricación de tableros aglomerados, chapas y contrachapados, hasta empresas fabricantes de muebles de y accesorios diversos para el hogar y la industria en general. La actividad de plantación, y comercialización de insumos para tal fin se concentra en otras regiones del país.

2.2.2. ACTIVIDAD DE FABRICACIÓN DE MUEBLES DE MADERA

Para la cadena forestal-madera-tableros-muebles, en especial para la producción de tableros a base de madera, el fabricante de muebles y la empresa de construcción son un cliente importante. Estos fabricantes de muebles son los sistemas de tercer nivel dentro de la cadena.

En Barranquilla existen un número considerable de empresas dedicadas a distintas actividades de fabricación de muebles, elementos decorativos y para el hogar e insumos para el sector construcción, derivados de los dos eslabones anteriores. Este segmento se caracteriza por la presencia de un gran número de pequeñas unidades de negocio, en su gran mayoría familiares, organizadas alrededor de unas cuantas empresas grandes dedicadas a la comercialización de muebles a nivel local, nacional e internacional.

Dentro de los fabricantes se observan empresas de organización moderna con una producción orientada a la exportación, aunque no como la principal proporción de su negocio, que ofrece productos de alta calidad con adecuados estándares de categoría internacional, sin certificación por terceros independientes. Revisa la calidad de los insumos y compra de manera formal en el mercado local o importando directamente.

Mantiene una red importante de pequeños proveedores. Cuenta con tecnología adecuada para las operaciones y procesos, incluyendo algunos dispositivos automatizados, en instalaciones adaptadas para una operación eficiente que permiten además un manejo de la componente ambiental del proceso y esquemas importantes de almacenamiento y distribución de sus productos. He aquí la gran oportunidad para el desarrollo de clústers en el sector, teniendo en cuenta que estas compañías aglomeran detrás a muchos pequeños proveedores que no cuentan con la capacidad tecnológica y logística suficiente para desarrollarse de manera independiente.

Los productos de este segmento son una mezcla de varios tipos de muebles, desde los tradicionales hasta los reconocidos muebles RTA (ReadytoAssamble) a partir de tableros aglomerados y contrachapados en ambientes de hogar y oficina. Trabajan bajo pedido pero mantienen un stock de muebles diversos que ha estudiado y tienen salida en el mercado nacional. Algunos fabricantes modernos, suministran muebles al sector institucional (escuelas, hospitales etc.). Además de competir con otros fabricantes de muebles, tiene que competir con los fabricantes de productos intermedios como tableros, dado que éstos se están integrando hacia adelante para intentar llegar al consumidor final. Utiliza mano de obra calificada para las tareas de supervisión, a los demás operarios los ha calificado en el trabajo. Poseen capacidad gerencial. La empresa se organiza por departamentos o unidades destacándose el mercadeo y las ventas, la producción y el empaque y entrega; también los asuntos de recursos humanos y financiero- contables. En este sector se destacan unidades de negocio como Muebles Jamar, Harvi Decoraciones, entre otros. Es de destacar el desarrollo que la primera ha generado en materia del impulso y apoyo a sus unidades de negocio y proveedores, así como en la conformación de una sólida estructura en materia de almacenamiento, distribución, localización y comercialización de sus productos.

Estas compañías tienen capacidad para responder a exigencias en especificaciones y tiempos de entrega, pero sus sistemas de control y gestión de costos aún no son sólidos. Utilizan sistemas de Información relativamente eficientes.

Desarrollan productos de diseños propios o adopta diseños sugeridos por el comprador, participa en ferias y eventos comerciales en el país y en el exterior. Sigue cambios en las tendencias del mercado y preferencias del consumidor. Abastece y compite en grandes superficies, aunque puede tener sus propios puntos de venta.

Por otro lado se encuentran los fabricantes tradicionales, esquema que ocupa la gran mayoría de empresas del segmento, siendo éstas en general de **carácter familiar, informal y con una gran debilidad administrativa y tecnológica**. Producen muebles para el mercado local, trabajando bajo pedido en talleres comerciales. En su mayor proporción son fabricantes de muebles para el hogar, puertas y estibas industriales. **Emplean personal de baja calificación profesional y técnico** que en general adquieren su destreza in situ, y con una alta rotación de personal, generando inestabilidad estructural.

Tienen notables **deficiencias en materia de organización administrativa y financiera**, y poca cultura de desarrollo productivo, económico y mucho menos de exportación Su mercado es netamente local o regional en algunos casos. Su abastecimiento de insumos es en general a pequeña escala y mediante intermediarios comerciales, lo que no garantiza calidad en la adquisición de la madera utilizada en sus procesos.

Sus talleres son en general de **tecnología insipiente, poco actualizada y especializada**, con **herramientas de trabajo desactualizadas y poco seguras**, generando con ello **altos costos de mantenimiento correctivo** y problemas frecuentes de accidentalidad por la misma **informalidad de sus procesos productivos**. El kow-how de este tipo de empresas se basa más en la experiencia de los más antiguos del negocio que en un proceso sostenible

de formación. Su **capacidad de producción** es **muy baja**, y generalmente sus tiempos de entrega generan serios **problemas de incumplimiento y satisfacción al cliente** o usuario final que en muchas ocasiones prefiere comprar en almacenes o distribuidores más grandes a mayores costos pero con mejores beneficios y servicios de valor agregado. **No utilizan ningún tipo de apoyo tecnológico en materia de administración y gestión de sus procesos, ni tampoco en sus procesos técnicos.**

En general, los canales de distribución del sector muebles han sido tradicionalmente homogéneos a través de los años, la figura por medio de la cual se llega más al consumidor final, es la de las tiendas especializadas minoristas, son ellas quienes realmente manejan el mercado del mueble. También existe dentro del mercado, la venta de muebles a través de almacenes de cadena como Carrefour, Éxito o empresas especializadas del sector construcción-hogar, aunque los muebles que se venden en este tipo de almacenes son en su gran mayoría aquellos conocidos como RTA, es decir, el mueble que se encuentra listo para llevar y armar, y que generalmente vienen empacados en cajas fáciles de transportar. Sin embargo, no es éste el factor determinante en el momento de la compra, pues siendo estos bienes, del tipo de los que son considerados una inversión, el cliente prefiere esperar un poco más, mientras es elaborado el producto. Aproximadamente el 50% del sector tiene salida a través de la figura del fabricante, quien vende de manera directa su producto sea en el punto de fábrica o en el show room y sus clientes se encuentran en los estratos 4, 5, 6 y 7.

Los fabricantes usualmente son importadores de herrajes para la fabricación del producto; otra porción importa muebles elaborados cuya producción no resulta eficiente dada la falta de tecnología adecuada en Colombia, por ejemplo, los muebles con detalles en acero inoxidable.

Siguiendo los lineamientos de las tendencias actuales, se ha incrementado la presencia de tiendas especializadas y contrario a lo que podría pensarse, han captado un mercado amplio que les ha permitido posicionarse fuertemente en el mercado, pues ofrecen el producto que el cliente demanda.

Existe también un importante segmento dentro de la cadena, constituido por las compañías fabricantes de cocinas integrales, quienes combinan talleres propios de fabricación, con la compra o fabricación de componentes en materiales metálicos o cerámicos, siendo el diseño su gran elemento diferenciador.

Es el segmento de fabricación de muebles, el de mayor potencial para la conformación de clústers y generación de estrategias de valor agregado, por ser el segmento del sector con mayor contacto directo a nivel comercial con los usuarios finales de los productos. En este sentido, el segmento debe dirigir sus esfuerzos en la actualización permanente y diseño continuo de sus productos. Ello implica diseñar de manera óptima sus procesos productivos, manejar nuevos compuestos para sus productos, explorar el carácter de impacto ambiental sostenible de los productos del segmento, e introducir estrategias para la exploración de mercados comerciales internacionales. Igualmente la generación de nuevos productos de valor, así como de servicios agregados al cliente y la generación de alianzas estratégicas en materia de desarrollo e incorporación de tecnología, uso de sistemas de información, incorporación de mejores prácticas de gestión y organización industrial entre otros.

Competitividad y Medio Ambiente son aspectos complementarios e imprescindibles de una producción sustentable. La optimización de los procesos productivos y el uso más eficiente de los recursos se traduce en un cambio de patrones de producción, desde una producción relativamente intensa en el uso de materia prima hacia una producción relativamente intensa en recursos humanos. Significa, en otras palabras, crear más valor

agregado con menos o la misma cantidad de materia prima, lo cual se relaciona con beneficios sociales y económicos, debido a la creación de empleo e ingresos, y beneficios ambientales

El desarrollo ambientalmente sustentable está estrechamente vinculado al desarrollo económico y social de la ciudad y la región, esto se ejemplifica muy bien en el caso de la cadena madera-muebles. Si la producción no se rige según criterios de sustentabilidad y el manejo eficiente del recurso madera, después de décadas de deforestación masiva se requerirá una medida prohibitiva como la para proteger el recurso madera, de cuya industrialización dependen tantos puestos de trabajo. Una premisa para dejar de exportar predominantemente commodities y agregar más valor a los productos, es el actuar de manera proactiva, para asegurar la disponibilidad futura del recurso madera y el desarrollo sustentable de la región, en sus tres dimensiones, la social, la económica y la ambiental. Al fundamentar las ventajas competitivas en sueldos bajos y materia prima de bajo costo no alcanzaría para imponerse en el mercado regional e internacional. Son la productividad y la eficiencia de recursos factores fundamentales para la competitividad de las empresas. En este sentido la generación de un clúster para el sector madera y muebles apunta a alcanzar mayor valor agregado a lo largo de toda la cadena, constituyendo una gran oportunidad para la visión del desarrollo sustentable, incluyendo la dimensión ambiental que vale la pena ser considerada explícitamente.

Los talleres de fabricación de muebles de madera en Barranquilla carecen de estructuras productivas eficientes, seguras y organizadas, por lo cual la aplicación de las 5 S's en la organización de sus actividades productivas restrictivas, y el fortalecimiento de unas Buenas prácticas de manufactura en sus procesos es un elemento clave en su productividad y competitividad y en el crecimiento sostenible de sus negocios.

2.3. LA FABRICACIÓN DE MUEBLES DE MADERA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA

La cadena productiva de madera y muebles de madera comprende las actividades de explotación de la madera, aserrado y fabricación de muebles y accesorios – excepto los que son principalmente metálicos o de otros materiales –. No incluye la Reforestación comercial, necesaria para la obtención de la materia prima básica¹

El mobiliario o mueble es definido como un conjunto de objetos fijos o móviles, decorativos o de uso, que forman parte de un ambiente con fines utilitarios o para embellecerlo (mesas, sillas, escritorios, camas, etc.)

Clasificación de muebles

Por el material o ejecución

Muebles de madera, mimbre, plástico, metal, tapizados, de estilo

Por la función

- Muebles receptáculo: armarios, roperos, aparadores; sirven para almacenar productos
- Muebles pequeños: carritos de servicio, mesillas
- Muebles para yacer: canapés y camas
- Muebles para sentarse: bancos, taburetes, sillones, sofás y sillas

Por su utilización en la habitación

- Muebles sueltos: cómodas, mesas

¹<http://es.scribd.com/doc/39745634/Mad-Eras>

- Muebles sistemáticos: suplementarios, de composición, de instalación, por módulos

Por su construcción

- Muebles de cuerpo: cómodas, armarios, mesas de escritorio, muebles de radio, arcas
- Estanterías: muebles con el frente abierto
- Mesas: muebles con un tablero horizontal que descansa sobre un bastidor

Por su lugar de utilización

- Muebles de cuarto de estar, de cocina, de colegio, de hospital, de laboratorio, de jardín y de oficina

La siguiente figura ilustra de manera general el contexto en que se encuentran los fabricantes de muebles y sus relaciones con industrias conexas y complementarias en la actividad comercial.



Figura 3. Cambio esperado y necesario en la Capacidad competitiva de los fabricantes

En el sector de fabricantes de muebles de madera y procesos de transformación y explotación de madera en producto terminado, muchas de las compañías no aparecen registradas en el CIU correspondiente, fruto en gran medida de la informalidad de muchas de ellas, que se han ido constituyendo como “talleres” de núcleo familiar con una infraestructura que les permite sobrevivir en el mercado o suplir sus necesidades fabricando a pocos clientes que disponen de redes de proveedores en toda la ciudad y se dedican a las actividades de comercialización de productos terminados con gran solidez.

A partir del despliegue de un modelo de evaluación competitiva aplicado al sector madera y mueble de la ciudad de Barranquilla en un proyecto de investigación anterior desarrollado por la Corporación Universitaria de la Costa - CUC, se obtuvo como resultado el diamante competitivo para el sector de fabricantes de muebles de madera de la ciudad de Barranquilla que se presenta en el siguiente gráfico.

Diamante competitivo para el sector Madera y Mueble de la ciudad de Barranquilla

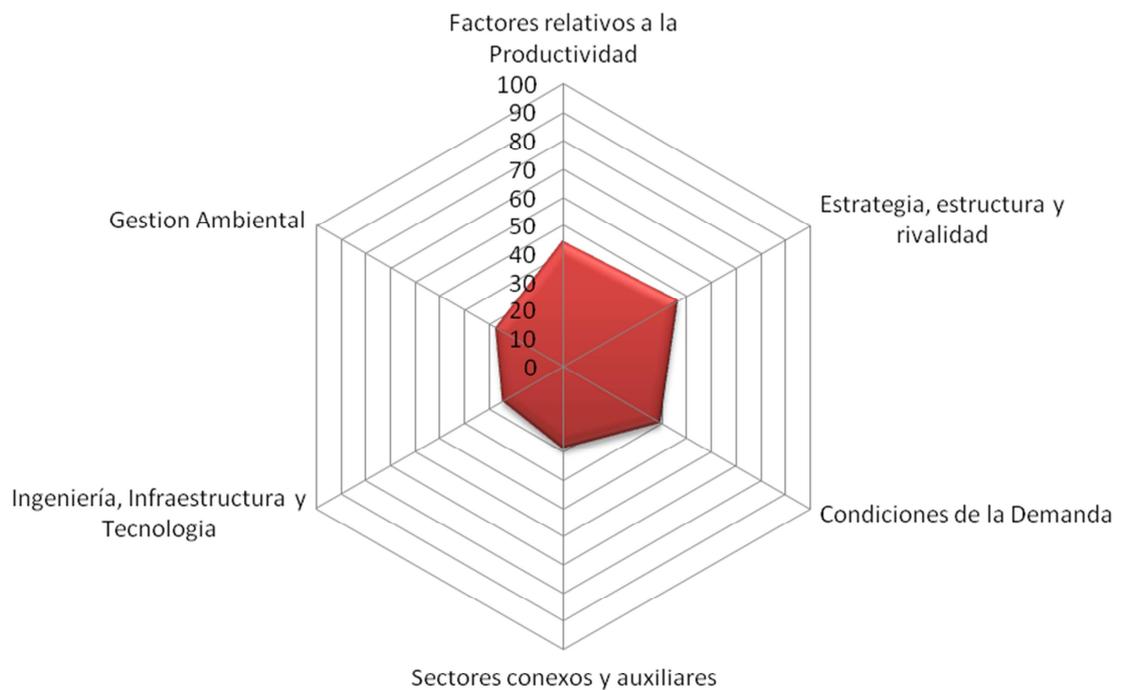


Figura 4. Diamante competitivo para la actividad de fabricación de muebles de madera de la ciudad de Barranquilla

En el gráfico se observa que el sector requiere de propuestas de mejoramiento en todos los factores del modelo, pero especialmente en lo relacionado a infraestructura tecnológica, mejoramiento de procesos productivos, gestión ambiental y gestión administrativa y de operaciones, para luego fortalecer los factores de demanda y Asociatividad, que le permitan darle un vuelco a las condiciones del sector y reducir las brechas que le permitan potencializar sus capacidades hacia un sector competitivo en el mediano plazo, y aprovechando adecuadamente las potencialidades del mercado mundial, buscar posicionarse como un sector de Clase Mundial a largo plazo.

Para ello se requiere de un cambio en la proyección gerencial y administrativa de las unidades productivas, las cuales por sí mismas no podrán realizar de manera ágil. Por ello los esquemas de Asociatividad, y el apoyo de sectores gubernamentales y privados, así como de Instituciones de Investigación y Desarrollo serán vital a la hora de generar las estrategias y planes de mejoramiento que la industria local requiere para generar una metamorfosis en sus estructuras tradicionales e imprimirles capacidades orientadas a poder competir adecuadamente en otro tipo de mercados distintos al local.

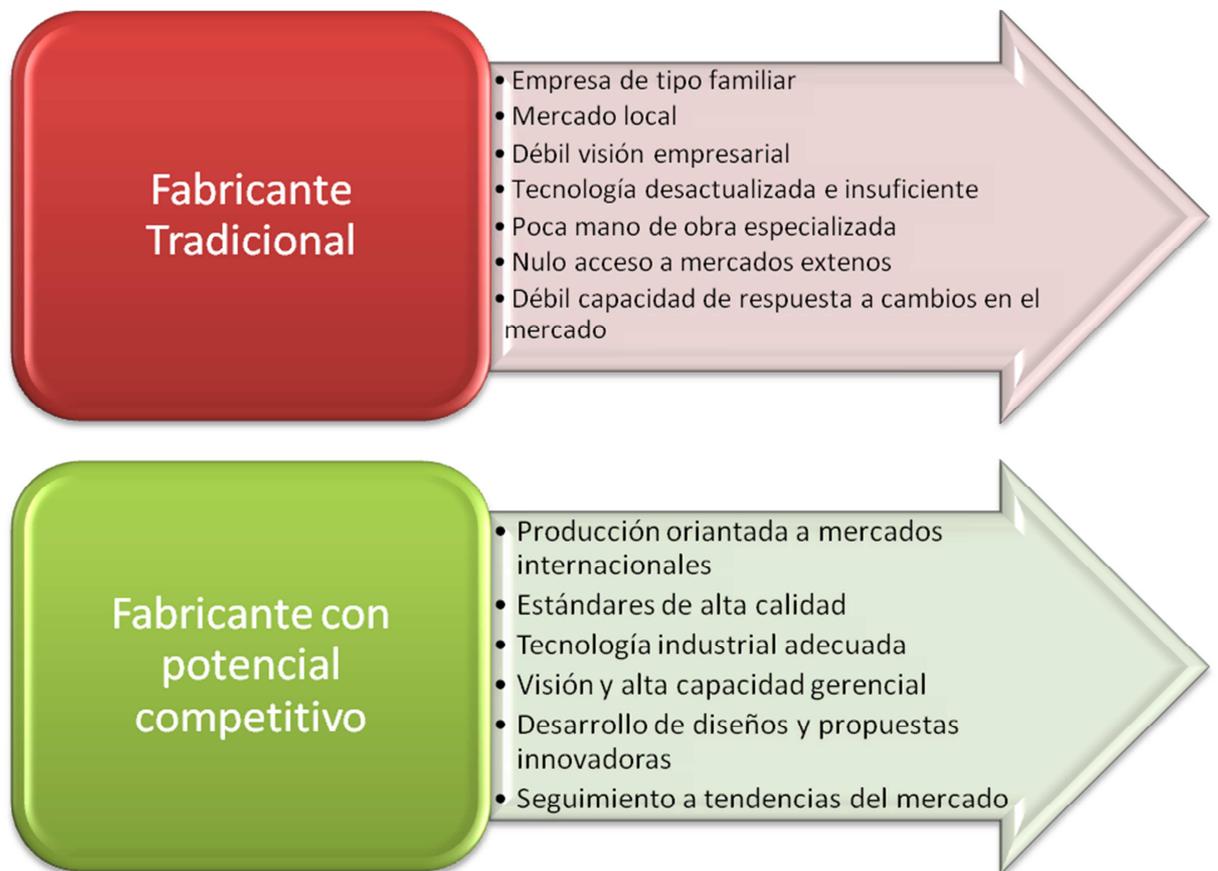


Figura 5. Cambio esperado y necesario en la Capacidad competitiva de los fabricantes

A continuación se presenta un Análisis DOFA realizado a partir de los resultados del estudio en el sector de Fabricantes de Muebles de madera de la ciudad de Barranquilla que sintetiza la visión general del mismo y los aspectos que deben priorizarse en materia de apoyo interinstitucional al desarrollo y proyección de la industria local.



Por último, es importante tener en cuenta que las tendencias actuales en el mercado del mueble denotan aspectos como los siguientes:

- Preferencia por el mueble utilitario (durable, flexible y multifuncional) sobre el ornamental
- Predominancia de diseños sencillos y elegantes, acorde al tamaño de las casas
- Innovadores diseños y combinaciones de materiales y colores
- Uso de colores y materiales con tonos de la naturaleza o ecológicos
- Utilización de materias primas que no impliquen el agotamiento de los recursos naturales: pinturas no contaminantes, herrajes más ergonómicos, pegantes más especializados y ecológicos, entre otros. Todos los materiales utilizados en la elaboración del mueble deberán ser amigables al medio ambiente
- El consumidor está interesado en el mejor servicio al menor precio posible, atención inmediata a los requerimientos y reclamos, y reducción en el tiempo de los envíos
- Alta preferencia por los muebles reconstruidos o re manufacturados y los muebles tipo "listos para armar" (conocidos como RTA, por sus siglas en inglés), los cuales se distribuyen principalmente en las supertiendas y grandes almacenes para el hogar
- Para la exportación es necesario la certificación ecológica por medio del sello verde. Los fabricantes que tengan certificación de calidad tienen una buena oportunidad de utilizarla como una ventaja competitiva

3. METODOLOGÍA LEAN SEIS SIGMA

La Metodología Seis Sigma ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la productividad y calidad en una amplia gama de procesos productivos y, por consiguiente, ha permitido generar impactos favorables desde el punto de vista económico, como se cita en Harry & Schroeder (2000).

Una de sus principales características es la velocidad con que se obtienen los resultados al aplicar de manera sistemática el Ciclo DMAMC acrónimo para identificar los procesos de: Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control. El cálculo estadístico constituye un componente fundamental para el desarrollo exitoso de las iniciativas de mejoramiento de la calidad y productividad en diferentes organizaciones pudiéndose aplicar a cualquier tipo de proceso, ya sea procesos productivos o de servicios, altamente tecnificados o netamente administrativos. Dada la experiencia alcanzada en el desarrollo de ese trabajo, los requisitos necesarios para la implementación de esta metodología son: contar con el compromiso de la Alta Gerencia, disponer de los recursos necesarios para realizar las mejoras, identificar claramente el problema y contar con el personal capacitado y comprometido para el desarrollo de estos proyectos.

Seis Sigma es una metodología de resolución de problemas que persigue reducir la variabilidad y crear valor, identificar y remover defectos e incrementar capacidad a través de mejores rendimientos. Esta metodología también es reconocida por generar ahorros y valor para el cliente mediante la reducción de desperdicios y por reducir complejidades en los procesos en los cuales se aplica.

3.1. HISTORIA

La Metodología Seis Sigma fue desarrollada en 1984 a partir de un estudio del Ingeniero Bill Smith de Motorola con la colaboración entre otros de Mikel J. Harry, y aplicada con éxito en empresas como Motorola, ABB, AlliedSignal y General Electric. Se basa en la Mejora Continua de los procesos por reducción de la variabilidad y la mejora del diseño. Se denomina “Seis Sigma” dado que su objetivo es que la “desviación típica” del proceso esté doce veces (seis a cada lado del valor objetivo o nominal) dentro de las tolerancias de los procesos. Literalmente un proceso de nivel “Seis Sigma” significa que el 99.9997% del producto no tiene defectos². Lo anterior está asociado al rendimiento del proceso, es decir, al porcentaje o cantidad de producto bajo norma medido para cierto número de oportunidades. Esto también puede expresarse como el porcentaje o cantidad de defectos por millón de oportunidades.

Internacionalmente se conoce también esta metodología por el acrónimo de sus etapas: DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).

Seis Sigma es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la calidad, lo que lo ha convertido en un método de referencia para la solución de problemas y que satisface las necesidades de los clientes en grandes niveles. Es una manera inteligente de gerenciar la solución de problemas complejos de una empresa o un departamento. Seis Sigma pone al cliente primero y utiliza hechos y datos para conducir a mejores resultados.

Aunque trabaja midiendo y analizando los procesos en la Organización, Seis Sigma no es una herramienta más de calidad y alcanzar sus metas requiere cambios radicales en cada área de operación.

² GADEA, A. Factores que facilitan el éxito y la continuidad de los equipos de mejora en las empresas industriales (2005)

En la década del 80, Philip Crosby popularizó el concepto de Cero Defecto como orientación para el control de calidad. Este enfoque establece la meta de resultados que carezcan de errores al 100 por ciento. Crosby sostiene que si se establece un nivel “aceptable” de defectos, ello tiende a provocar que dicho nivel (o uno más alto) se conviertan en una profecía que se cumple; si los empleados saben que está “bien” trabajar dentro de un nivel determinado de errores, llegarán a considerar que ese nivel es la “norma”. Es evidente que dicha “norma” está por debajo de lo óptimo. Crosby sostiene que a las personas se les establecían estándares de desempeño mucho más holgados en sus trabajos que lo que regían sus vidas personales. “Ellos esperaban hacer las cosas bien cuando se trataba de sostener a un bebé, de pagar las facturas o de regresar temprano a la casa correcta. En cambio, en los negocios se les fijaban “niveles aceptables de calidad”, márgenes de variación y desviaciones.

La idea de un “porcentaje de error aceptable” (a veces denominado un “nivel de calidad aceptable”) es un curioso remanente de la era del “control” de calidad. En aquellos tiempos se podían encontrar maneras de justificar estadísticamente las naturales fallas humanas, sosteniendo que nadie podía ser posiblemente perfecto. De modo que si el 100% es inalcanzable, ¿por qué no conformarse con el 99%, e incluso con el 95%? Entonces, si alcanzáramos el 96,642%, podríamos dar una fiesta y celebrar el hecho de haber superado los objetivos. La cuestión es que el 96,642% significa que de 100.000 transacciones efectuadas por un servicio, 3.358 resultarían desfavorables. Como las fallas de uno entre mil paracaidistas. Los clientes insatisfechos, aquellos que habrían estado fuera del porcentaje de transacciones perfectas, no regresarían jamás.

Ahora bien, Tom Parker señala que “cada día 67.000 norteamericanos pasan por un quirófano. Un porcentaje de éxitos quirúrgicos del 99% significaría que 66.330 personas saldrían de la anestesia sin otra dificultad que tratar de operar el control remoto del aparato de televisión del hospital. Pero ¿qué sucedería con los pocos desafortunados que no entraran dentro de la categoría del “error aceptable”? Cada día, 670 de nuestros

amigos, vecinos, parientes y seres queridos experimentarían complicaciones, o morirían, como resultado de los fracasos quirúrgicos aceptables". Así pues, un rendimiento del 99% sería un alto promedio, pero no muy admirable como porcentaje de éxitos quirúrgicos.

¿Qué pasaría si nos apartáramos de esa norma de calidad y estableciéramos una ambiciosa meta del 99,9%? ¿Sería aceptable? En un informe especial sobre calidad, publicado en 1991 en la revista Training, Natalie Gabel aplicó esa norma a una serie de actividades. Las cifras que obtuvo fueron sorprendentes. Si el 99,9% fuera la verdadera norma de rendimiento alcanzada en algunas actividades corrientes (datos correspondientes a los Estados Unidos):

- Las guarderías de hospitales entregarían 12 bebés por día a padres que no corresponden.
- Las instituciones financieras descontarían 22.000 cheques de cuentas bancarias equivocadas... cada 60 minutos.
- Los servicios de telecomunicaciones transmitirían 1.314 llamadas erróneas cada 60 minutos.
- Los productores cinematográficos utilizarían 811.000 rollos de películas defectuosos para filmar escenas.

En los siguientes 12 meses:

- Se fabricarían 268.500 neumáticos defectuosos
- Se procesarían incorrectamente 103.260 impuestos defectuosos sobre los réditos.
- 5.517.200 cajones de gaseosas contendrían bebidas sin efervescencia.
- Se emitirían 20.000 recetas medicinales incorrectas.
- Se gastarían 761.900 dólares en cintas magnetofónicas y discos compactos que no se podrían reproducir.

Por suerte las cosas funcionan mejor de lo previsto. Así, los informes reales muestran que de los 67.000 pacientes quirúrgicos diarios antes citados, solamente 25 no lograrían salir del trance en la actualidad. Esto significa un 0,000037, o sea, un 0,037%, lo que equivale a

un promedio de éxito del 99,963% (15 veces mejor que la norma del 99,9%). En el caso de las aerolíneas, si se consideran los accidentes como defectos, su nivel actual sería de 6,5 Sigma. Pero en el manejo del equipaje, el nivel es apenas del 3,5 Sigma.

Han hecho falta dramas patentes y una triple presión externa para convencer al management acerca de la necesidad de adoptar nuevos paradigmas en la gestión de las empresas para hacer posible su continuidad y crecimiento. Cuando Hewlett-Packard examinó 300.000 semiconductores de tres empresas de Estados Unidos y de tres de Japón, descubrió que el porcentaje de fallas de los chips norteamericanos era superior al 0,1%, en tanto que las fallas de los chips japoneses en el mismo período fueron cero.

Al igual que en la industria de los semiconductores, otras como la textil, la siderúrgica, las máquinas herramientas, la electrónica, la automotriz, entre otras tantas, han visto perder competitividad, mercado y utilidades día a día por haber estado ancladas a paradigmas que ya no eran válidos dentro del nuevo esquema mundial.

Entre las tres presiones externas a las cuales se ha hecho referencia anteriormente, la primera y más evidente es la de la competencia desenfrenada en un mundo más interconectado e interdependiente. La segunda de las presiones está relacionada a la velocidad tecnológica y, en particular, la aceleración de la renovación informática, la difusión de la información en todas las organizaciones y la creciente capacidad de acceso a la misma de un número cada vez más importante de personas. La tercera presión externa que lleva al establishment económico a revisar totalmente sus reglas de organización, es el choque de las mentalidades que cambian.

La empresa de finales de los ochenta parece haber encontrado su nuevo credo: el de la calidad total. Las empresas que se limitaban a hacer el control a posteriori de su única calidad presentaron la quiebra una tras otra. Las empresas de hoy, si quieren sobrevivir, deben trabajar para sus clientes más que para sí mismas.

Existen siete motivos, de los cuales cada uno por sí solo justifica la adopción de la calidad total como proyecto de gestión.

El primer motivo es la llegada de una economía globalizada. La irrupción de competidores nuevos en el juego económico mundial hace caducar a las empresas no competitivas y obliga a todas aquellas que quieran sobrevivir a apoyar de ahora en adelante su actividad sobre una vigilancia meticulosa, atenta y permanente del mercado para ajustar siempre mejor la calidad de la respuesta que se le pide.

El segundo motivo es el que se basa el carácter inevitable de la calidad total es la súbita inversión en los países industrializados de la relación de fuerzas entre una demanda menos creciente y una oferta múltiple, desde mediados de los años setenta, por la explosión de Japón y de los nuevos países industrializados. He aquí que los consumidores y clientes, ante múltiples ofertas, se vuelven más exigentes y reclaman siempre mejor calidad a precios siempre más bajos.

El tercer motivo es lo que Alvin Tofler define como el final de la masificación. Con las nuevas tecnologías de producción, la diversidad se vuelve en adelante tan poco costosa como la uniformidad. Para ello hará falta que los hombres manejen perfectamente los procesos “justo a tiempo”. Aquí también es la calidad total la que hace la diferencia.

El cuarto motivo es que hemos cambiado. En occidente se ha ido observando un menor compromiso de los trabajadores para con la empresa. Es menester un cambio de actitud si queremos conservar los puestos de trabajo frente a culturas con mano de obra mucho más comprometida y disciplinada.

El quinto motivo está dado por la incapacidad de la empresa tayloriana para reducir costos de no-calidad. Fraccionada en grandes funciones autocentradas, generadora de la empresa fantasma, más preocupada en “hacer más” que en “hacer mejor”, en controlar y

corregir que en prevenir, esta empresa, sobrecargada de costes inútiles y de recursos ocupados en “fabricar nada”, pierde rápidamente terreno en la competencia económica y se condena a muerte a corto plazo. La calidad total constituye su única tabla de salvación.

El sexto motivo alude también a la organización tayloriana y al desperdicio de inteligencia que ha podido permitirse tolerar en la empresa, mientras la relación entre la oferta y la demanda era la inversa de la de hoy día. De ahora en adelante, no se puede dejar más en un punto muerto a todas estas inteligencias puestas en barbecho en todos los niveles y, particularmente, en los niveles de ejecución, en el de los obreros y empleados. La batalla de la calidad es demasiado difícil para que se tenga a toda esta inteligencia apartada del combate.

Y el séptimo motivo es que desde que existe un proceso de calidad total y que ciertas economías lo han adoptado, todas aquellas que no lo han hecho han visto abrirse a toda velocidad un abismo en su competitividad. Y lo que es cierto para las economías lo es también para las empresas. Para ello es menester tomar en cuenta que el coste de la no-calidad en las economías occidentales está en el orden del 20% de su facturación, en tanto que en la economía japonesa se encuentra en el 12%. No reducir rápidamente esta brecha, y ante el crecimiento económico de países como China, Tailandia, Malasia y otros países del Sudeste asiático, preanuncia inevitables derrotas.

Ante las circunstancias descritas, empresas norteamericanas se han visto en la necesidad imperiosa de realizar un cambio total en su manera de gestionar las empresas, dando lugar a la metodología de Seis Sigma.

En los años ochenta la TQM (Gestión de Calidad Total) fue muy popular, pero sufrió un proceso de desgaste, y en muchas empresas de agonía. Era menester generar un método que motivara un liderazgo por la calidad. Esto se dio con Seis Sigma en función de tres características:

1. Seis Sigma está enfocado en el cliente

Los proyectos Seis Sigma producen grandes retornos sobre la inversión. En un artículo de la Harvard Business Review, Sasser y Reichheld señalan que las compañías pueden ampliar sus ganancias en casi un 100% si retienen sólo un 5% más de sus clientes gracias al logro un alto grado de calidad.

Seis Sigma cambia el modo en que opera la Dirección. Seis Sigma es mucho más que proyectos de mejora. La Dirección y los supervisores aprenden nuevos enfoques en la forma de resolver problemas y adoptar decisiones.

Así como en el Japón empresas como Toyota, Honda, Mazda, Fujitsu, Cannon y NEC, entre otras, fueron base del desarrollo del Just in Time y del Kaizen, en el caso de Seis Sigma empresas como Motorola, General Electric, Honeywell, Sears Roebuck, American Express, Johnson & Johnson, Federal Express y Ford Motor le han servido como plataforma de investigación y desarrollo.

2. Las siete metamorfosis

La nueva piedra filosofal de la calidad total permite a la empresa satisfacer siempre mejor al cliente y siempre más barato. Se demuestra que la calidad no cuesta más caro; al contrario, rinde porque permite vender. Lo que cuesta caro es la no-calidad, es decir, el fracaso, los costes inútiles, los retrasos; todo esto es producto de una mala organización que se le factura como multa al cliente y que le sorprende, le disgusta y finalmente le desvía hacia otros proveedores, porque tienen de ahora en adelante el dilema de elegir.

En este proceso destinado a lograr el cero defecto (Seis Sigma implica 3,4 defectos por millón de oportunidades), las empresas se enfocan en siete cambios o metamorfosis.

La primera metamorfosis implica que la empresa se interesa más en su mercado que en sí misma, en sus clientes que en sus máquinas, en sus fines que en sus medios, y que sus dirigentes sustituyen la lógica del ingeniero o del contable, centrada en una confianza desmedida en la capacidad de su técnica, por la lógica del empresario comercial, que reconoce la inutilidad de un producto soberbio que no se ha podido vender.

La segunda metamorfosis es el establecimiento de las relaciones clientes-proveedores en el interior mismo de la empresa: cada departamento, cada servicio, cada función, cada trabajador, debe esforzarse en especificar mejor lo que desea de su fuente y en responder mejor a las demandas de su consumidor. La organización atomizada cede su lugar a una organización por flujos. Se caen los muros que defendían los territorios funcionales para dar lugar a un desarrollo de procesos integrales en los cuales todos toman parte de forma armónica.

La tercera metamorfosis consiste en dejar de “producir más” para pasar a “producir mejor de entrada”. Los ritmos infernales no fabrican más que productos de calidad mediocre y asalariados amargados, cansados y cada vez menos competentes. La calidad total persigue el autocontrol y las acciones colectivas, produciendo bien a la primera, arreglando el defecto en el momento de producirse.

La cuarta metamorfosis implica sustituir el modelo mecanicista de una organización que asigna a cada individuo un puesto instrumental de ejecutante, por un modelo biológico donde los equipos responsables asumen misiones, uniéndose colectivamente su talento para hacerlo. Se sustituye la empresa piramidal por la empresa multicelular.

La quinta metamorfosis implica pasar de una empresa aislada e intransigente frente a sus proveedores y subcontratistas, a una implicada en profundas relaciones de confianza.

La sexta metamorfosis implica la sustitución del control por la prevención. Un incremento en los costes de prevención trae como resultado una disminución en el coste total de calidad, al reducirse significativamente los costes por fallos internos y externos, y disminuir las necesidades de evaluación.

La séptima metamorfosis implica la eliminación de todos los desperdicios y despilfarros, no sólo los relativos al proceso productivo, sino también los atinentes a las actividades administrativo-burocráticas.

Lograr estos cambios permite llegar a los “Seis Ceros”: cero defectos, cero stocks, cero averías, cero plazos, cero papeles y cero accidentes.

3. ¿Qué es Seis Sigma?

Seis Sigma implica tanto un sistema estadístico como una filosofía de gestión.

Seis Sigma es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento. Seis Sigma pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa de excelencia.

Podemos definir Seis Sigma como:

- Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.
- Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.
- Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

La letra griega minúscula sigma se usa como símbolo de la desviación estándar, siendo ésta una forma estadística de describir cuánta variación existe en un conjunto de datos.

La medida en sigma se desarrolló para ayudarnos a:

Enfocar las medidas en los clientes que pagan por los bienes y servicios. Muchas medidas sólo se concentran en los costes, las horas laborales y los volúmenes de ventas, siendo éstas medidas que no están relacionadas directamente con las necesidades de los clientes. Proveer un modo consistente de medir y comparar procesos distintos.

A continuación se presentan una serie de definiciones relacionadas con el entorno industrial de interés sobre el concepto seis sigma:

“Seis Sigma, es un proceso empresarial que permite a las compañías mejorar drásticamente lo esencial en ellas diseñando y monitorizando las actividades diarias de manera que se minimiza el despilfarro y los recursos necesarios mientras se incrementa la satisfacción del cliente” Harry, M (1998) “Six Sigma: A breakthrough Strategy for Profitability”, Quality Progress. Primera vez en la que el término aparece oficialmente.

“Seis Sigma, es una estrategia empresarial de mejora utilizada para aumentar la rentabilidad, disminuir el despilfarro, reducir los gastos de calidad y mejorar la efectividad y eficiencia de todos los procesos que logran o sobrepasan las necesidades y expectativas

del cliente” Antony, J and Banuelas, R. (2003) “A strategy for Survival” Manufacturing Engineer.

“Seis Sigma, es una estrategia empresarial que utiliza una metodología bien estructurada de mejora continua para abordar la variabilidad del proceso y eliminar el despilfarro a través de la aplicación de técnicas y herramientas estadísticas de una manera rigurosa”

Kuel, C-H. y Madu, C.N. (2003) “Customer-centric Six Sigma quality and reliability management”, International Journal of Quality

“Seis Sigma, es una potente estrategia de gestión con el objetivo de mejorar el rendimiento de una empresa incrementando la calidad, productividad y/o la satisfacción del cliente” Evan, J.R. y Lindsay, W.M. (2005) “An introduction to Six Sigma and process improvement”

“Seis Sigma, es una iniciativa estratégica industrial de mejora sistemática, altamente disciplinada, centrada en el cliente y avalada por los beneficios.” Loon Ching Tang, Thong Ngee Goh, Shao Wei Lam y Cai Wen Zhang (2007). “Fortification of Six Sigma: Expanding the DMAIC Toolset”

3.2. METODOLOGÍA

Seis Sigma es una metodología de mejoramiento continuo. Consiste en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases regido por el ciclo DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar).

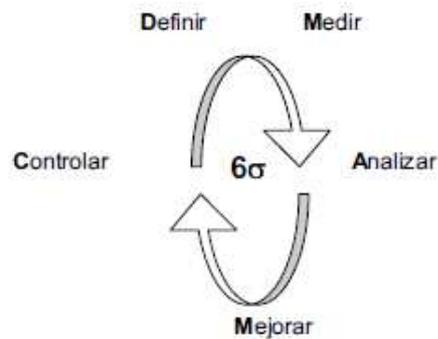


Figura 6. Metodología de Mejoramiento Continuo

Este método es llevado a la práctica por grupos especialmente formados a los efectos de dar solución a los diversos problemas u objetivos de la compañía.

Las claves del DMAMC se encuentran en:

- Medir el problema. Siempre es menester tener una clara noción de los defectos que se están produciendo en cantidades y expresados también en valores monetarios.
- Enfocarse en el cliente. Las necesidades y los requerimientos del cliente son fundamentales, y ello debe tenerse siempre debidamente en consideración.
- Verificar la causa raíz. Es menester llegar hasta la razón fundamental o raíz, evitando quedarse sólo en los síntomas.
- Romper con los malos hábitos. Un cambio de verdad requiere soluciones creativas.
- Gestionar los riesgos. El probar y perfeccionar las soluciones es una parte esencial de la disciplina Seis Sigma.
- Medir los resultados. El seguimiento de cualquier solución es verificar su impacto real.

- Sostener el cambio. La clave final es lograr que el cambio perdure.

En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma que deben ser evaluados por la Dirección para evitar la infrautilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto se establece su misión y se selecciona el equipo más adecuado para el proyecto, asignándole la prioridad necesaria. Al proyecto seleccionado se le definen sus objetivos y metas, cuáles serán las variables o métricos a controlar y cuáles serían los estimativos económicos para los beneficios que se tendrían con su ejecución.

Debe definirse claramente en qué problema se ha de trabajar, por qué se trabaja en ese problema en particular, quién es el cliente, cuáles son los requerimientos del cliente, cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad, cuáles son los beneficios de realizar una mejora.

Siempre debe tenerse en cuenta que definir correctamente un problema implica tener un 50% de su solución. Un problema mal definido llevará a desarrollar soluciones para falsos problemas.

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso mediante la identificación de los requisitos claves de los clientes, las características claves del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan el funcionamiento del proceso y a las características o variables claves. A partir de esta caracterización se define el sistema de medición y se mide la capacidad del proceso. Es decir, se define la línea base del proceso actual, con el fin de establecer una meta medible y sostenible en el largo plazo.

El medir persigue dos objetivos fundamentales:

- Tomar datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora.

- Nos permite y facilita identificar las causas reales del problema.

El conocimiento de estadística se hace fundamental. “La calidad no se mejora, a no ser que se la mida”.

En la tercera fase, Análisis, el equipo analiza los datos de los resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes tales como: Estudio de correlación, ANOVA, Capacidad del proceso, Análisis de regresión, entre otros. La selección de la herramienta depende del tipo de problema analizado.

El análisis nos permite descubrir la causa raíz. Para ello se hará uso de las distintas herramientas de gestión de la calidad. Ellas son las siete herramientas estadísticas clásicas y las nuevas siete herramientas. Las herramientas de análisis deben emplearse para determinar dónde estamos, no para justificar los errores.

Al respecto cabe acotar que el Diagrama de Pareto es a los efectos de darle prioridad a los factores que mayor importancia tienen en la generación de fallos o errores, pero no debe significar dejar de atender las demás causas. Al respecto Crosby señala que “a los numerosos pero triviales ni siquiera les hacen caso; les dejan que envenenen el producto o servicio para el consumidor. Consideran que no vale la pena dedicar tiempo a solucionarlos. En cambio para un auténtico enfoque de cero defectos, todos los elementos son importantes”.

De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir, las variables clave de entrada o pocos vitales que afectan a las variables de respuesta del proceso.

En la fase de mejora, el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para

predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso, que permiten mantener las variables de interés del proyecto en sus puntos o niveles óptimos.

En esta etapa asume una preponderancia fundamental la participación de todos los participantes del proceso, como así también la capacidad creativa, entre los cuales se encuentran el uso de nuevas herramientas como el Pensamiento Lateral y la Programación Neuro-Lingüística (PNL).

La fase de mejora implica tanto el diseño como la implementación. En esta fase de diseño es muy importante la actividad de benchmarking a los efectos de detectar en otras unidades de la misma empresa o en otras empresas (competidoras o no) formas más efectivas de llevar a cabo un proceso.

La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implementado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la Dirección y se disuelve.

Es necesario confirmar los resultados de las mejoras realizadas. Debe por tanto definirse claramente unos indicadores que permitan visualizar la evolución del proyecto. Los indicadores son necesarios, pues no podemos basar nuestras decisiones en la simple intuición. Los indicadores nos mostrarán los puntos problemáticos de nuestro negocio y nos ayudarán a caracterizar, comprender y confirmar nuestros procesos. Mediante el control de resultados lograremos saber si estamos cubriendo las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

Es además primordial verificar mediante el control la estabilidad de los procesos. Distintos indicadores vinculados a Seis Sigma pueden y deben ser articulados en los Tableros de

Comandos o Cuadros de Mando Integral a los efectos de permitir un monitoreo constante en la evolución de los mismos por parte de los diferentes funcionarios y responsables de los procesos productivos y de mejoras.

Entre los indicadores a monitorear tenemos:

- Indicadores relacionados con el coste: los mismos incluyen costes correspondientes a las operaciones, las materias primas, de despilfarro y reciclaje, de comercialización, de desarrollo de productos.
- Indicadores relacionados con el tiempo de: los ciclos (productivos, comerciales, de respuestas) y de cumplimiento de las etapas de los procesos de implementación de mejoras.
- Indicadores relacionados con las prestaciones: tales como cuota de mercado, cotización de las acciones, imagen de la empresa, niveles de satisfacción de los clientes y consumidores, y participación de los empleados (cantidades de sugerencias por período de tiempo y niveles de ahorros o beneficios subsecuentes).

A manera de resumen podemos decir que en primer lugar se define el problema, valorándose o midiéndose posteriormente el punto en el cual se encuentra la empresa. En tercer lugar se estudia la causa raíz del problema, procediéndose a diseñar y poner en práctica las respectivas mejoras. Procediéndose en última instancia a controlar los resultados obtenidos para verificar la efectividad y eficiencia de los cambios realizados.

Herramientas de Mejora de Procesos Seis Sigma

El sistema Seis Sigma es mucho más que un trabajo en equipo, implica la utilización de refinados sistemas de análisis relativos al diseño, la producción y el aprovisionamiento.

En materia de Diseño se utilizan herramientas tales como: Diseño de Experimentos (DDE), Diseño Robusto y Análisis del Modo de Fallos y Efectos (AMFE).

En cuanto a Producción se utilizan las herramientas básicas del control de calidad, entre los cuales se encuentran: los histogramas, el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa, AMFE, SPC (Control Estadístico de Procesos) y DDE.

A las actividades y procesos de Aprovisionamiento le son aplicables el SPC y el DDE correspondientes a los proveedores.

Cinturones y Líderes

Como una forma de identificar a determinados miembros del personal que cumplen funciones específicas en el proceso de Seis Sigma, e inspirados en las artes marciales como filosofía de mejora continua y elevada disciplina, se han conferido diversos niveles de cinturones para aquellos miembros de la organización que lideran y ayudan a liderar los proyectos de mejoras.

Así, con el Cinturón Negro (Black Belt) tenemos a aquellas personas que se dedican de tiempo completo a detectar oportunidades de cambios críticas y a conseguir resultados. El Cinturón Negro es responsable de liderar, inspirar, dirigir, delegar, entrenar y cuidar de los miembros de su equipo. Debe poseer firmes conocimientos tanto en materia de calidad, como en temas relativos a estadística, resolución de problemas y toma de decisiones.

El Cinturón Verde (Green Belt) está formado en la metodología Seis Sigma sirviendo, como miembro del equipo, de apoyo a las tareas del Cinturón Negro. Sus funciones fundamentales consisten en aplicar los nuevos conceptos y herramientas de Seis Sigma a las actividades del día a día de la organización.

El Primer Dan (Máster Black Belt o Maestro Cinturón Negro) sirve de entrenador, mentor y consultor para los Cinturones Negros que trabajan en los diversos proyectos. Debe poseer mucha experiencia en el campo de acción tanto en Seis Sigma como en las operatorias fabriles, administrativas y de servicios.

Sponsor (Champion) es un ejecutivo o directivo que inicia y patrocina a un Black Belt o a un equipo de proyecto. Una especie de mecenas. Él mismo forma parte del Comité de Liderazgo, siendo sus responsabilidades garantizar que los proyectos están alineados con los objetivos generales del negocio y proveer dirección cuando eso no ocurra, mantener informados a los otros miembros del Comité de Liderazgo sobre el progreso del proyecto, proveer o persuadir a terceros para aportar al equipo los recursos necesarios, tales como tiempo, dinero y la ayuda de otros. Conducir reuniones de revisión periódicas y negociar conflictos y efectuar enlaces con otros proyectos Seis Sigma.

Líder de Implementación

Generalmente a cargo del CEO u otra figura máxima y cercana a ese nivel, es responsable de la puesta en práctica del sistema Seis Sigma y de los resultados que este arroje para la organización, siendo el estratega fundamental del sistema.

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS

La compañía inició actividades en febrero de 1997 como una fábrica independiente, con un pequeño capital, tomó arriendo en una casa en el barrio la sierrita de la ciudad de Barranquilla, en ese entonces con una sierra circular, una sierra sinfín hechizas para la ebanistería, con una unidad de aire acondicionado para la pintura, con muy pocas herramientas, con un ebanista, un pintor, pero con mucha fe en DIOS como guía y con muchas ganas de sacar adelante este proyecto; nace inversiones Génesis como inicialmente fue registrado en la cámara de comercio.

Luego de años de haber iniciado en este sitio y con muchos logros alcanzados y con un buen respaldo por parte de clientes, proveedores y colaboradores y por una necesidad de capacidad y espacio, y dando cumplimiento a una de sus primeras metas, en abril del año 2002 la fábrica se trasladó a la que hoy es su sede propia, ubicada en la calle 94 No 5b-07 en el barrio San Luis de la Ciudad de Barranquilla.

Con mucho esfuerzo y sacrificio la gerencia ha logrado sacar adelante este proyecto. Hoy con una compañía legalmente constituida como empresa unipersonal, ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS, registrada en cámara de Comercio y con NIT 2759054-3 ante la DIAN, con buena infraestructura y con un número de 20 personas laborando y con una muy buena maquinaria, ofrece al mercado productos de excelente calidad a nuestros clientes, especializándose en la fabricación de comedores y consolas, siendo uno de los proveedores de la compañía Muebles Jamar, principal comercializadora de muebles de la Región Caribe, y empresa tractora del presente proyecto.

5. APLICACIÓN DE LEAN SEIS SIGMA EN LA EMPRESA ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS

5.1. FASE DE DEFINICIÓN

5.1.1. Título del Proyecto

Reducción de los tiempos de operación en el proceso de corte de la fábrica Ardes Muebles Diseños y Estilo de la ciudad de Barranquilla

5.1.2. Proceso

Corte de muebles de madera

5.1.3. Clasificación del proyecto

Procesos - Optimización

5.1.4. Descripción del proyecto

En la producción de muebles de madera, el tiempo de procesamiento es un elemento clave para determinar la capacidad del proceso. El tiempo de procesamiento se mide por unidades (juego de mueble completo) fabricado por mes. En el último año el tiempo de procesamiento ha sido muy variable. El objetivo del proyecto es lograr una reducción sustancial en los tiempos de procesamiento para lograr aumentar la capacidad del proceso, para lo que se busca lograr reducir el tiempo promedio de procesamiento en un 20% en la etapa de corte teniendo en cuenta que el tiempo promedio de procesamiento actual es de 3 a 4 días por lotes de producción, teniendo en cuenta que éste es el proceso

que mayor tiempo de operación demanda en la fabricación de muebles a lo largo de todo el proceso productivo.

5.1.5. Objetivo del proyecto

Disminuir los tiempos de procesamiento en la etapa de corte de la fábrica Ardes Muebles Diseños y Estilos mediante la utilización de la metodología Seis Sigma.

5.1.6. Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo está conformado de la siguiente manera:

FUNCIÓN	AFILIACIÓN	NOMBRE
Líder del Proyecto	Black Belt	Harold Pérez Olivera
Miembro del equipo	Green Belt	Diana de Pastrana
Miembro del equipo	Estudiante de apoyo	Luis Cabarcas
Miembro del equipo	Estudiante de apoyo	Luz Dary Vanegas
Miembro del equipo	Estudiante de apoyo	David Marum

5.1.7. Definición de métrico operacional y financiero

Una métrica es una forma de medir y una escala, definidos para realizar mediciones de uno o varios atributos. Para el proyecto se define como métrica operacional el tiempo en la fabricación de muebles en el proceso de corte. Se cuenta al mismo tiempo con el métrico de unidades fabricadas por mes para cada una de las referencias de la compañía desde el mes de enero de 2011 a marzo del 2012. De esta manera se podrá visualizar el impacto de las mejoras en la capacidad de operación del proceso seleccionado.

Métrica Operacional: Tiempo de procesamiento en el corte de Juego de comedor
Referencia Aurora

Unidad: Tiempo de ejecución del proceso de corte de Juego de comedor Referencia Aurora

Teniendo en cuenta que el proceso implica el corte de mesa y 6 sillas para un juego completo de la referencia objeto de estudio, la métrica operacional fue tomada discriminando por un lado el corte de mesas y por aparte el corte de sillas.

Defecto: Tiempo de corte superior a 3 días

Media Actual: 26.56 minutos para el corte de una mesa
56.47 minutos para el corte de una silla

Desviación actual: 1.11 para corte de mesa
0.82 para el corte de sillas

5.2. FASE DE MEDICIÓN

Para la obtención de los datos utilizados en esta fase, se realizaron varias reuniones de trabajo en la empresa con el Equipo Seis Sigma y se recurrió a utilizar las herramientas facilitadas por el Máster Black Belt. No se contaba con información de base en la empresa, por lo cual fue necesario levantar toda la información para construir los distintos elementos de medición.

5.2.1. DEFINICIÓN DE CTS

CTS	Clientes	CTC	CTQ	CTD
Color del mueble	Muebles Jamar		X	
Acabado del mueble	Subprocesos Internos		X	
Tiempo de procesamiento	Usuario final			X
Calidad del ensamble de las piezas			X	
Resistencia del mueble			X	
Tiempo de entrega del producto final				X

5.2.2. SIPOC

SIPOC				
Proveedor	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Madera	Madera	Fabricación muebles de madera	Tiempo de procesamiento	Muebles Jamar
Pinturas	Macilla		Tiempo de entrega del producto final	Usuario final
Químicos	Tinte		Calidad de las piezas y/o componentes del mueble	Áreas subsiguientes al proceso
Herramientas y accesorios	Pintura			
Empaque	Laca			
Espumados y telas	Sellantes			
	Tiner			
	Adhesivos			
	Lija			
	Herramientas de corte			
	Telas			
	Material sintético			
	Esponja/espumado			
	Materiales metálicos pre-fabricados			

5.2.3. Mapa de Proceso

Para identificar las variables que afectan el comportamiento del proceso de corte y lijado de muebles y sus subprocesos, se procedió a realizar un mapa de procesos general para todas las líneas de producción teniendo en cuenta que en la empresa sólo se producen juegos de comedor y consolas.

A continuación se presenta el Mapa de Procesos general de la empresa.



Figura 7. Mapa de Procesos General para la fabricación de muebles

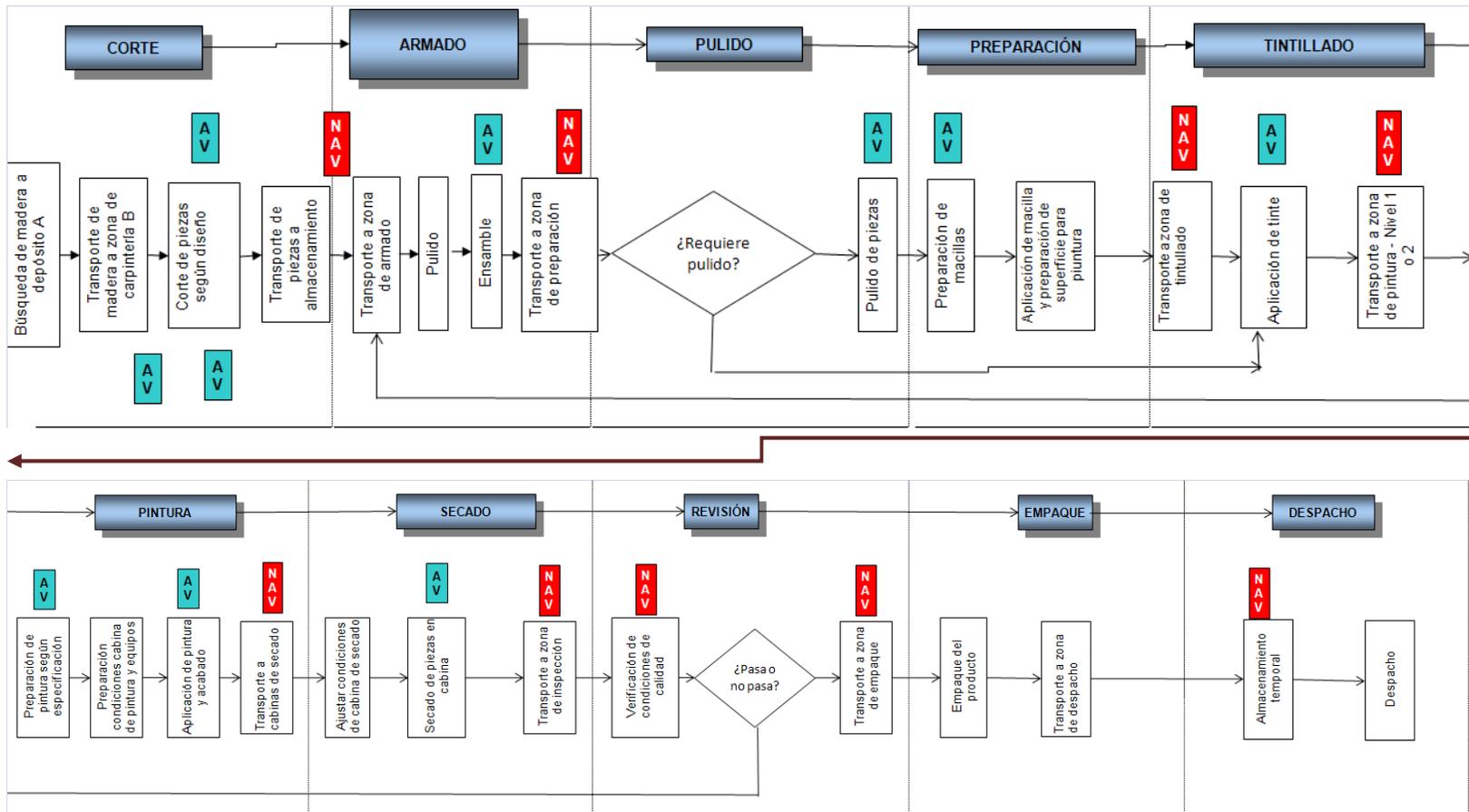


Figura 8. Mapa de Procesos detallado

5.2.4. VARIABLES CRÍTICAS DEL PROCESO

Proceso de Corte

Entradas X's	Salidas Y's
Diseño de piezas	Piezas cortadas
Calidad herramientas de corte	Desperdicios de madera
Mantenimiento maquinaria de corte	Piezas dimensionadas
Delimitación zonas de almacenamiento	
Organización área de almacenamiento	
Etiquetado de productos almacenados	
Equipos para manipulación y transporte	
Calidad madera	
Humedad de la madera	
Proceso inadecuado de corte	
Traslado de materia prima	
Insumos químicos adecuados	
Inventario suficiente de material	
Conocimiento proceso de corte	
Experiencia del operador de corte	
Estandarización del proceso de corte	

Proceso de Armado

Entradas X's	Salidas Y's
Herramientas adecuadas	Piezas ensambladas
Estándar proceso de armado	Desperdicios
Calidad insumos)	
Insumo de ensamble adecuado	
Cantidad insumo para ensamble	
Tiempo de secado pegantes	
Proceso adecuado de pegado	
Conocimiento y experiencia del operario	
Calidad del pegamento	
Almacenamiento de insumos	
Falta de orden en el lugar de trabajo	
Temperatura ambiente	
Ergonomía en el proceso de armado	

Proceso de Pulido

Entradas X's	Salidas Y's
Estandarización herramientas de pulido	Piezas pulidas
Mantenimiento herramientas de pulido	Dimensiones de las piezas
Calidad insumos para pulido	
Ciclo de uso de insumos para lijado	
Estándar proceso de lijado	
Experiencia proceso de lijado	
Uniformidad en el lijado de superficies	

Proceso de Preparación

Entradas X's	Salidas Y's
Calidad insumos para preparación	mueble macillado
Proceso de preparación	Desperdicio de macilla y materiales
Homogeneidad de la macilla	
Tiempo secado de macilla	
Cantidades de insumo necesarios para preparación	
Experiencia operarios de preparación	
Calidad y mantenimiento equipos para preparación	
Calidad y mantenimiento equipos para preparación	

Proceso de Tintillado

Entradas X's	Salidas Y's
Almacenamiento de tintas	Mueble semi-pintado
Calidad tintes	
Cantidad de tinte utilizado	
Proceso inadecuado de aplicación del tinte	
Conocimiento y experiencia del operario	
Condiciones de operación equipos de aplicación	

Proceso de Pintura

Entradas X's	Salidas Y's
Almacenamiento de pintura	Mueble con acabado final
Calidad pintura	
Cantidad de pintura utilizada	
Uniformidad en el proceso de aplicación de pintura	
Condiciones equipos de pintura	
Estado boquilla	
Frecuencia de mantenimiento equipos de pintura	
Condiciones de operación pintura	
Temperatura en proceso de pintura	
Humedad en proceso de pintura	
Estado cabinas de pintura	
Ergonomía proceso de pintura	
Combinación de insumos en preparación de pintura	
Conocimiento y experiencia proceso de pintura	
Condiciones de seguridad del trabajador	

Proceso de Secado

Entradas X's	Salidas Y's
Temperatura cabinas de secado	Producto apto para embalaje
Tiempo de secado	
Condiciones de aislamiento cabinas de secado	
Tipo de bombillo de la cabina de secado	
Estado y mantenimiento de bombillas de secado	
Frecuencia de cambio bombillas cabina de secado	
Condiciones de limpieza cabinas de secado	

Proceso de Revisión

Entradas X's	Salidas Y's
Piezas con acabado final	Piezas aprobadas
	Devoluciones al proceso de armado

Proceso de Empaque y embalaje

Entradas X's	Salidas Y's
Tratamiento del mueble en el empaque	Mueble empacado y embalado
Homogeneidad en el empaque	
Proceso de empaque	
Condiciones del embalaje	
Tipo de embalaje	
Experiencia operario de empaque	
Manejo adecuado del mueble	
Manejo de elementos y dispositivos para proceso de empaque	
Orden y limpieza en zona de empaque	

Proceso de Despacho

Entradas X's	Salidas Y's
Componentes del mueble	Despacho del mueble a cliente

5.2.5. Definición Matriz Causa & Efecto

Proceso		Salidas del Proceso				
Fabricación muebles de madera		1	2	3		
		Tiempo de procesamiento	Tiempo de entrega del producto final	Calidad de las piezas y/o componentes del mueble		
Entradas del Proceso		Importancia (1 a 10)			Total	
		9	10	8		
1	Proceso inadecuado de corte	10	10	9	262	2%
2	Estandarización del proceso de corte	10	10	9	262	3%
3	Diseño de piezas para corte	10	9	9	252	5%
4	Experiencia del operador de corte	10	10	7	246	6%
5	Calidad de la madera	9	9	9	243	8%
6	Experiencia operario de lijado	9	9	9	243	9%
7	Operación inadecuada	9	9	9	243	11%
8	Conocimiento del proceso de corte	9	9	7	227	12%
9	Uniformidad de los procesos	9	9	7	227	
10	Operación inadecuada de ensamble	9	9	6	219	1%
11	Motivación del personal	8	8	8	216	
12	Actitud del trabajador	8	8	8	216	
13	Diseño adecuado proceso de ensamble	9	9	5	211	1%
14	Conocimiento dy experiencia operarios de pintura	8	8	7	208	3%
15	Documentación del proceso	8	8	7	208	4%
16	Calidad herramientas de corte	9	7	7	207	5%
17	Proceso adecuado de pegado	7	7	9	205	6%
18	Experiencia de operarios de preparación	8	8	6	200	8%
19	Orden y limpieza	8	8	6	200	9%
20	Fatiga	8	8	6	200	
21	Número de trabajadores por estación de trabajo	8	8	6	200	
22	Espacio disponible de trabajo por operario	8	8	6	200	
23	Estándar proceso de lijado	9	9	2	187	1%
24	Distancias recorridas entre estaciones de trabajo	9	9	2	187	
25	Conocimiento y experiencia del operario de armado	8	8	4	184	1%
26	Falta de orden en el área de trabajo	9	9	1	179	2%
27	Uniformidad en el proceso de aplicación de la pintura	6	6	8	178	3%
28	Existencia de procedimientos	7	7	5	173	4%
29	Falta de capacitación	7	7	5	173	5%
30	Estándar procesos de armado	8	8	2	168	6%
31	Definición de roles y procedimientos	8	8	2	168	
32	Diseño inadecuado	7	7	4	165	1%
106	Condiciones de confort	7	7	4	165	
107	Movimientos de producto entre niveles	7	7	4	165	
108	Proceso de preparación	6	6	6	162	1%

Proceso	
Fabricación muebles de madera	

Salidas del Proceso		
1	2	3
Tiempo de procesamiento	Tiempo de entrega del producto final	Calidad de las piezas y/o componentes del mueble

Entradas del Proceso	
109	Traslado de materia prima
110	Inventario suficiente de material
111	Condiciones de operación equipos de tinte
112	Desconocimiento de funciones inherentes al cargo
113	Omisión de procedimientos
114	Condiciones de almacenamiento
115	Ergonomía del puesto de trabajo
116	Tiempo de secado pegantes
117	Traslado de materias primas
118	Traslado de insumos
119	Traslado de producto en proceso
120	Traslado de producto final
121	Calidad y mantenimiento de equipos para preparación
122	Diseño inadecuado de instalaciones
123	Mantenimiento equipos para tintillado
124	Mantenimiento herramientas de pulido
125	Tiempo de secado
107	Trazabilidad del producto
108	Cantidades de insumos necesarios para preparación
109	Ergonomía del área y proceso de armado
110	Ubicación de equipos y herramientas
111	Insumo de ensamble adecuado
112	Cantidad insumo para ensamble utilizado en proceso
113	Condiciones de seguridad
114	Conocimiento y experiencia operario de tinte
115	Condiciones equipos de pintura
116	Estado boquilla
117	Mantenimiento equipos de pintura
118	Calidad insumos para preparación
119	Condiciones de operación pintura
120	Ergonomía proceso de pintura
121	Falta de herramientas
122	Experiencia operario de empaque
123	Condiciones de manipulación de materiales o productos
124	Estado herramienta de pulido
125	Tratamiento del mueble en el empaque
126	Manejo adecuado del mueble
127	Proceso inadecuado de aplicación del tinte
128	Delimitación zonas de almacenamiento
129	Organización del área de almacenamiento
130	Calidad del pegamento

Importancia (1 a 10)			Total	
9	10	8		
8	8	1	160	2%
8	8	1	160	3%
6	6	5	154	4%
6	6	5	154	5%
6	6	5	154	6%
6	6	5	154	
6	6	5	154	
5	5	7	151	1%
7	6	3	147	2%
7	6	3	147	3%
7	6	3	147	4%
7	6	3	147	5%
6	6	4	146	5%
6	6	4	146	6%
5	5	6	143	7%
5	5	6	143	8%
5	5	6	143	9%
5	5	6	143	
7	7	1	141	1%
7	7	1	141	2%
7	7	1	141	3%
7	6	2	139	3%
7	6	2	139	4%
6	6	3	138	5%
5	5	5	135	6%
5	5	5	135	7%
5	5	5	135	8%
5	5	5	135	8%
4	4	7	132	9%
6	6	2	130	10%
6	6	2	130	11%
6	6	2	130	
5	5	4	127	1%
5	5	4	127	
4	4	6	124	1%
4	4	6	124	2%
4	4	6	124	2%
5	3	6	123	3%
6	6	1	122	4%
6	6	1	122	5%
3	3	8	121	5%

Proceso	
Fabricación muebles de madera	

Salidas del Proceso		
1	2	3
Tiempo de procesamiento	Tiempo de entrega del producto final	Calidad de las piezas y/o componentes del mueble

Entradas del Proceso	
131	Herramientas adecuadas para proceso de armado
132	Almacenamiento de productos en proceso
133	Estado cabinas de pintura
134	Homogeneidad de la macilla
135	Calidad insumos para proceso de armado
136	Proceso de empaque
137	Distribución de áreas de trabajo
138	Falta de señalización de áreas de trabajo
139	Humedad proceso de pintura
140	Etiquetado productos almacenados
141	Equipos para manipulación y transporte
5	Calidad pintura
6	Cantidad de pintura utilizada
7	Condiciones de aislamiento cabinas de secado
8	Orden y limpieza en zona de empaque
9	Uniformidad proceso de aplicación de la pintura
10	Manejo de elementos y dispositivos para proceso de empaque
11	Tiempo secado de macilla
12	Temperatura en proceso de pintura
13	Condiciones de limpieza cabinas de secado
14	Equipos de medición, inadecuados, o dañados
15	Humedad de la madera
16	Combinación químicos para preparación de tinte
17	Calidad tintas
18	Almacenamiento pintura
19	Condiciones cabinas de secado
20	Temperatura ambiente
21	Almacenamiento tintas
22	Mantenimiento herramientas de corte
23	Combinación insumos para preparación de pintura
24	Almacenamiento de insumos
25	Ciclo de uso de insumos para lijado
26	Frecuencia de mantenimiento equipos de pintura
27	Cantidad de tinte utilizado
28	Falta de mantenimiento de instalaciones
29	Calidad insumos para proceso de pulido
30	Condiciones de seguridad del trabajador en pintura
31	Almacenamiento pegamento
32	Tipo de embalaje
33	Tipo de proceso de secado

Importancia (1 a 10)		
9	10	8
6	5	2
5	5	3
4	4	5
3	3	7
5	5	2
5	5	2
5	5	2
5	5	2
4	4	4
5	5	1
5	5	1
2	2	8
2	2	8
4	4	3
4	4	3
2	2	7
4	4	2
2	2	6
2	2	6
2	2	5
2	2	5
1	1	7
1	1	7
1	1	7
1	1	7
3	3	2
2	2	4
1	1	6
1	1	6
1	1	6
3	3	1
1	1	5
1	1	5
0	0	7
2	2	2
1	1	4
1	1	4
2	2	1
2	2	1
1	1	3

Total	
120	6%
119	
116	1%
113	1%
111	2%
111	3%
111	3%
111	4%
108	5%
103	5%
103	6%
102	7%
102	7%
100	8%
100	8%
94	9%
92	10%
86	10%
86	11%
78	11%
78	
75	0%
75	1%
75	1%
75	2%
73	2%
70	3%
67	3%
67	4%
67	4%
65	4%
59	5%
59	5%
56	5%
54	6%
51	6%
51	6%
46	7%
46	7%
43	7%

Proceso		Salidas del Proceso		
Fabricación muebles de madera		1	2	3
		Tiempo de procesamiento	Tiempo de entrega del producto final	Calidad de las piezas y/o componentes del mueble

Entradas del Proceso		Importancia (1 a 10)			Total	
34	Estado y mantenimiento de bombillas de secado	9	10	8	43	7%
35	Temperatura cabinas de secado	1	1	3	35	8%
36	Homogeneidad en el empaque	1	1	2	35	8%
37	Condiciones del embalaje	1	1	2	35	8%
38	Insumos químicos adecuados	0	0	4	32	8%
39	Frecuencia de cambio bombillas cabina de secado	1	1	1	27	8%
Total		5706	6220	4456	16382	100%

A partir del análisis anterior se logra el siguiente Diagrama de Pareto para la fabricación de muebles en la empresa Ardes Muebles Diseños y Estilos.

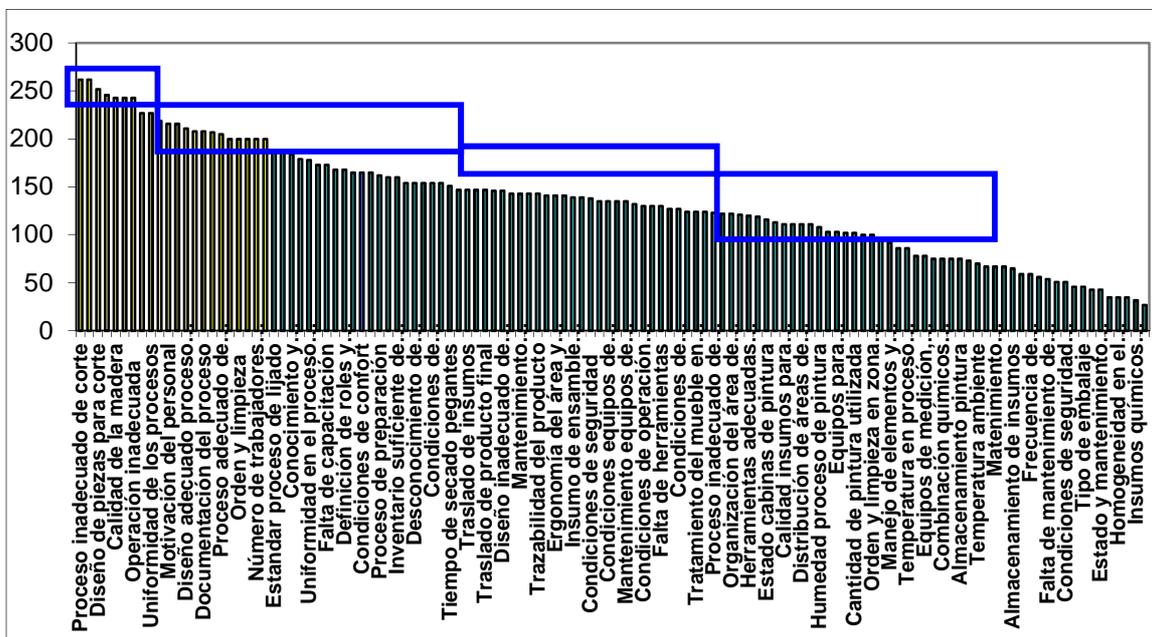


Figura 9. Diagrama de Pareto

El diagrama de matriz permitió determinar qué causas, de acuerdo a la experiencia y a las ponderaciones que se le determinaron a cada una de las variables, generan mayores tiempos de procesamiento, siendo la falta de procedimientos en el proceso de corte, el diseño de las piezas, la calidad de la madera, la uniformidad de las operaciones, la documentación de procesos, y la motivación del personal las que se presentaron con la mayor calificación.

	Causa	Descripción
1	Procedimientos proceso de corte	No existen procedimientos establecidos ni un proceso estándar para el corte de las piezas correspondientes a una referencia de producto determinado
2	Diseño de las piezas	Los cambios constantes de diseño del producto generan cambios importantes en el tiempo de procesamiento específicamente generados por los procesos de preparación y adecuación al diseño del nuevo producto
3	Uniformidad de las operaciones	Al no existir procedimientos, no existe uniformidad en la manera de realizar las operaciones, así como en la forma de programar las operaciones

Teniendo en cuenta que la compañía no contaba con datos históricos de los tiempos de procesamiento en las distintas etapas del proceso, se procedió a realizar un estudio de tiempos y movimientos con el ánimo de valorar las condiciones iniciales de operación, de las cuales se pudo corroborar que no existía un proceso estándar ni una programación de las tareas establecida. Por tal motivo, se procedió a tomar como referencia para el estudio de tiempos los procesos de corte y armado de mesas y sillas de la referencia Aurora. El tiempo promedio de fabricación de un juego de comedor Aurora al inicio del proyecto fue de 363 minutos (mesa mas juego de 6 sillas).

A continuación se presentan los análisis estadísticos para las condiciones iniciales de operación. Se tomaron 10 muestras cada una de 10 observaciones para la fabricación de mesas, al igual que para las sillas respecto a los procesos de corte, lijado y armado.

Corte de Mesas

Método inicial			
1	24.19	1	26.3
2	26	2	26.4
3	25.4	3	27.2
4	24.8	4	28.1
5	23.5	5	26.4
6	27	6	26.1
7	28.4	7	25.4
8	26.3	8	27.1
9	27.1	9	26.3
10	24.8	10	25.9
1	26.1	1	26.5
2	25.1	2	26.7
3	24.9	3	27.1
4	26.1	4	28.1
5	24.6	5	27.4
6	25.1	6	26.8
7	24.8	7	27.4
8	25	8	26.8
9	24.6	9	26
10	26	10	26.4
1	26.4	1	25.9
2	25.8	2	25.7
3	29.2	3	26.8
4	27.5	4	27.2
5	25.8	5	26.9
6	24.8	6	27.5
7	25.8	7	28.1
8	26.3	8	25.9
9	28.4	9	26.7
10	27.5	10	28
1	25.8	1	27.4
2	26.2	2	26.1
3	26.5	3	25.7
4	27.9	4	26.4
5	28.4	5	28
6	24.9	6	27.4
7	25.8	7	26.5

8	26.1	8	28.2
9	27.3	9	27.6
10	26.4	10	26.4
1	26.5	1	27.4
2	28.1	2	28.4
3	26.7	3	26.4
4	25.9	4	26.4
5	26.4	5	25.9
6	29.2	6	27.4
7	28.1	7	26.5
8	27	8	27.5
9	26	9	28.1
10	25.9	10	26.8

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

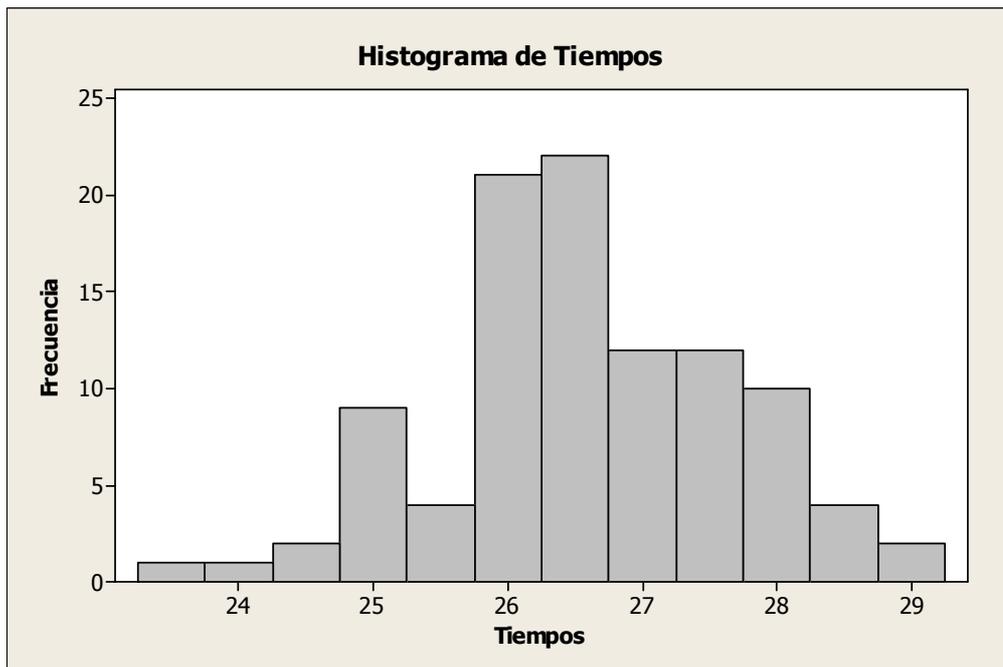


Figura 10. Histograma de Tiempos de procesamiento en el corte de mesas

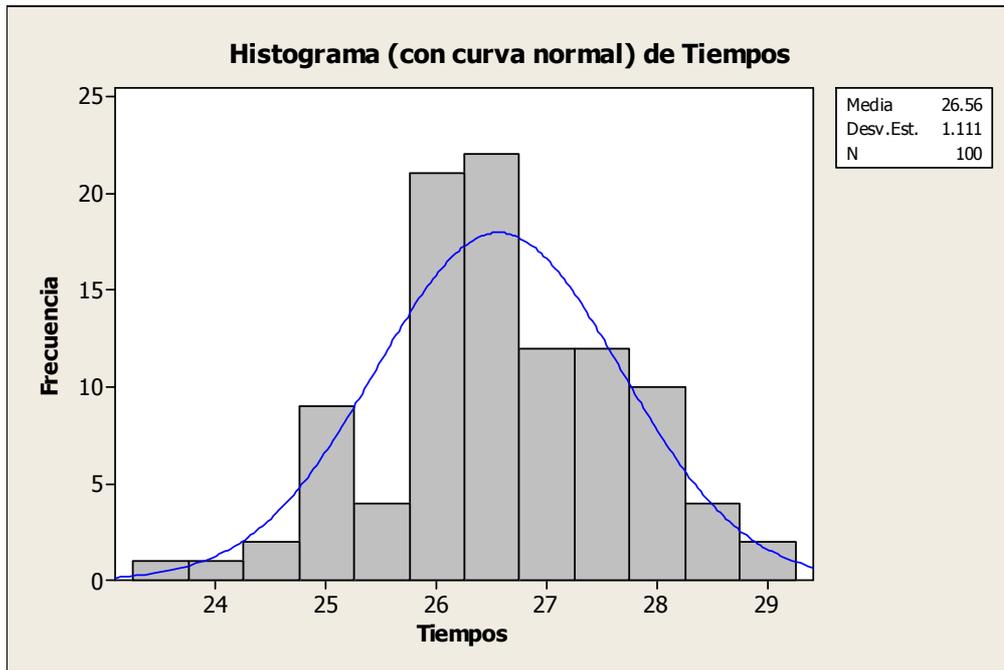


Figura 11. Histograma de Tiempos con curva normal en el proceso de corte de mesas

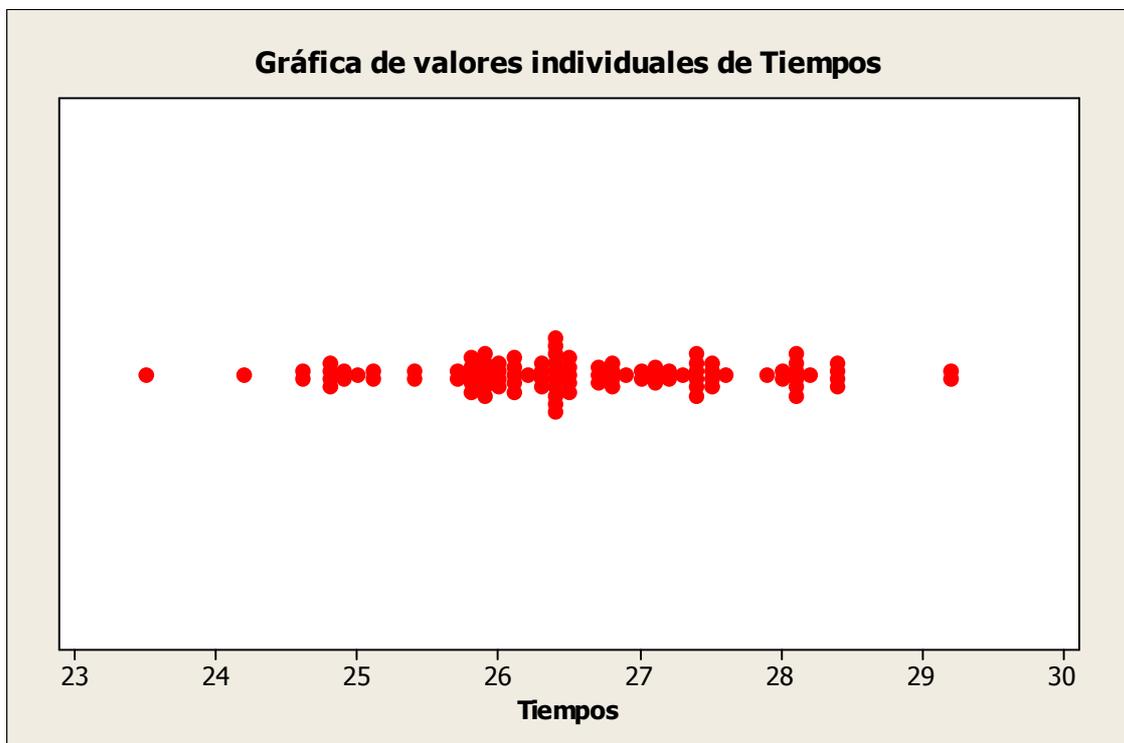


Figura 12. Gráfica de valores individuales Tiempos de procesamiento de corte de mesas

Si bien los datos llevan a pensar en que el proceso se comporta como una distribución normal, es necesario realizar la prueba de normalidad de los datos para poder continuar con el proceso de análisis.

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS

La siguiente figura demuestra que los datos obtenidos para el estudio de tiempos corresponden a una distribución normal con media 26.56 minutos y desviación estándar de 1.11

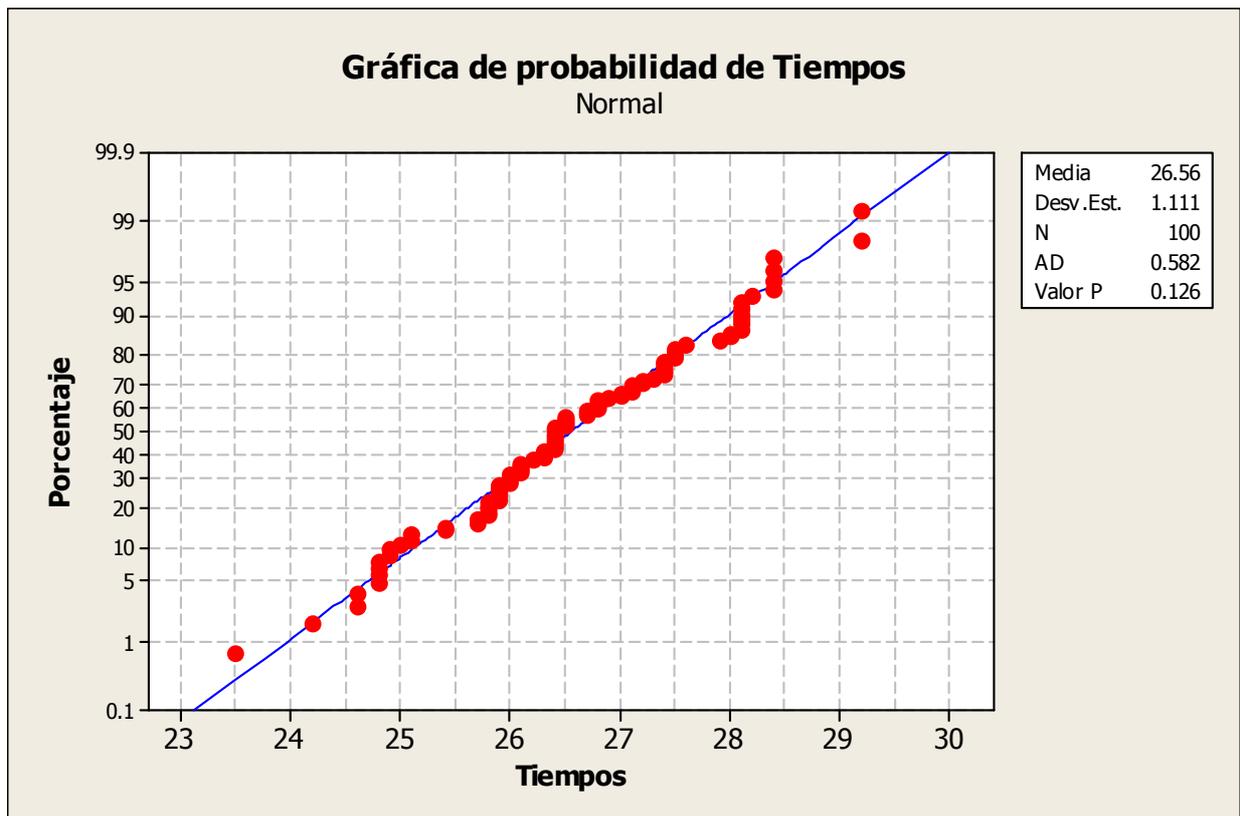


Figura 13. Prueba de normalidad de los datos de tiempos de corte de mesas referencia Aurora

Para un $\alpha = 0.05$ y valor $P = 0.126$ se puede concluir que los datos históricos del métrico siguen una distribución normal. Por tanto se puede hacer un análisis de capacidad de proceso basado en este tipo de distribución.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

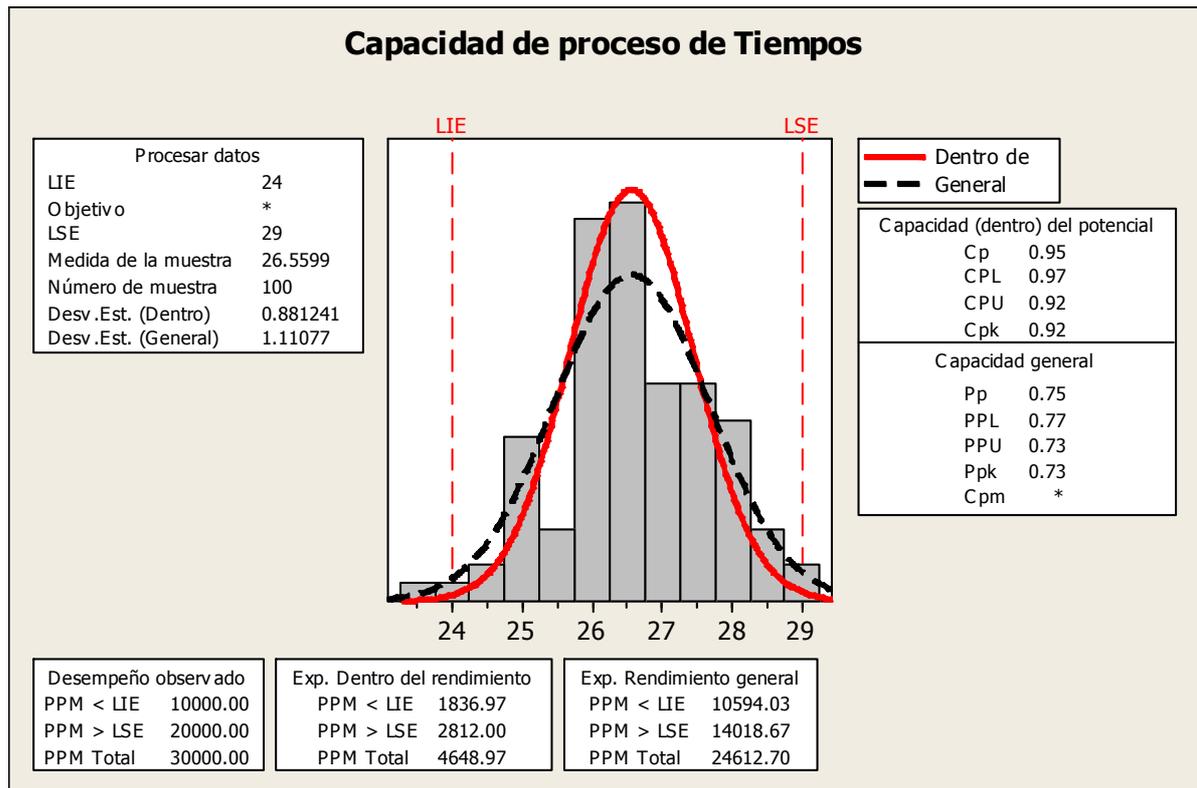


Figura 14. Capacidad del proceso de corte de mesas.

Se observa un Cp de 0.95 y un Cpk de 0.92 en las condiciones iniciales de operación. Una desviación estándar de 0.88 en el corto plazo, y del 1.11 en el largo plazo. De igual manera, se obtiene un Zst de 2.6 y un Zlt de 1.97, así como un Ppk de 0.73 (desempeño actual del proceso).

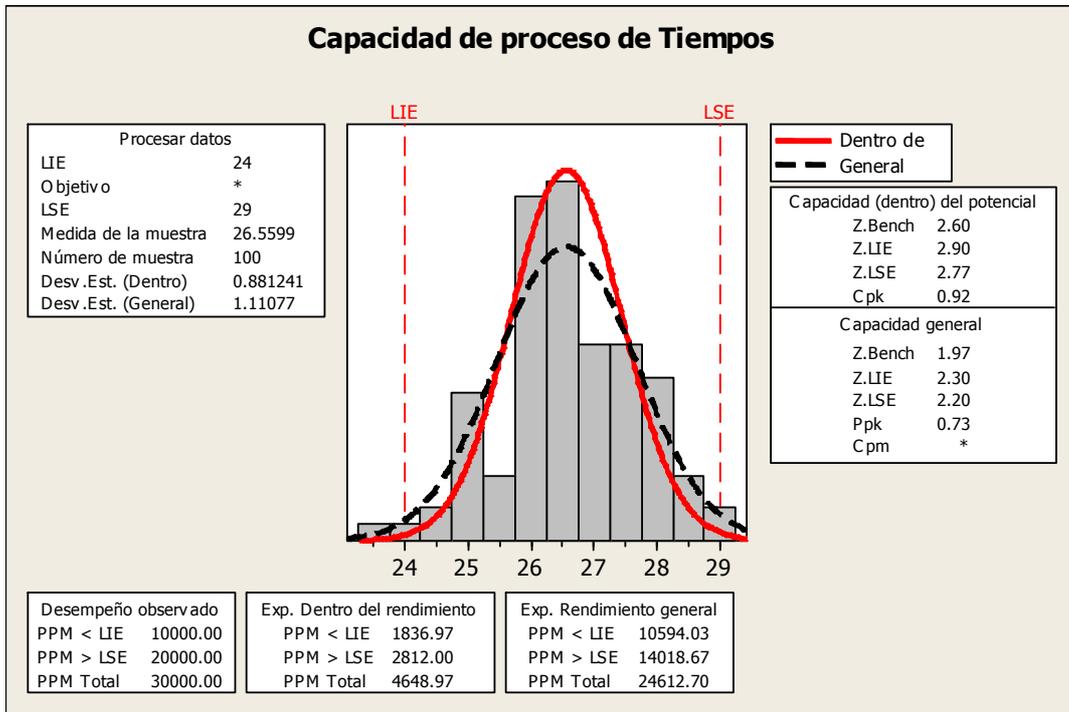


Figura 15. Cálculo de capacidad corte de mesas. Nivel sigma

Corte de Sillas

Método actual			
1	54.19	1	56.5
2	56	2	57.1
3	55.4	3	56.7
4	54.8	4	55.9
5	56.7	5	56.4
6	57	6	56.1
7	57.4	7	55.7
8	56.3	8	57
9	57.1	9	56
10	55.49	10	55.9
1	56.1	1	56.3
2	55.1	2	56.4
3	54.9	3	56.8

4	56.1	4	56.1
5	54.6	5	56.4
6	55.1	6	56.1
7	54.8	7	56.3
8	55	8	57.1
9	54.6	9	56.3
10	56	10	55.9
1	56.4	1	56.5
2	55.8	2	56.7
3	56.8	3	57.1
4	57.5	4	58.1
5	55.8	5	57.4
6	56.8	6	56.8
7	55.8	7	57
8	56.3	8	56.5
9	58.1	9	56
10	57.5	10	56.5
1	55.8	1	56.8
2	56.2	2	56.6
3	56.5	3	56.7
4	57.9	4	57.3
5	58.4	5	56.4
6	56.8	6	57.6
7	55.8	7	58.3
8	56.1	8	55.7
9	57.3	9	56.4
10	56.4	10	57.8
1	57.3	1	57.3
2	56.9	2	56.4
3	56.9	3	55.8
4	56.4	4	56.4
5	55.9	5	56.4
6	57.6	6	57.3
7	56.47	7	56.5
8	57.4	8	57.1
9	56.3	9	56.9
10	56.9	10	56.7

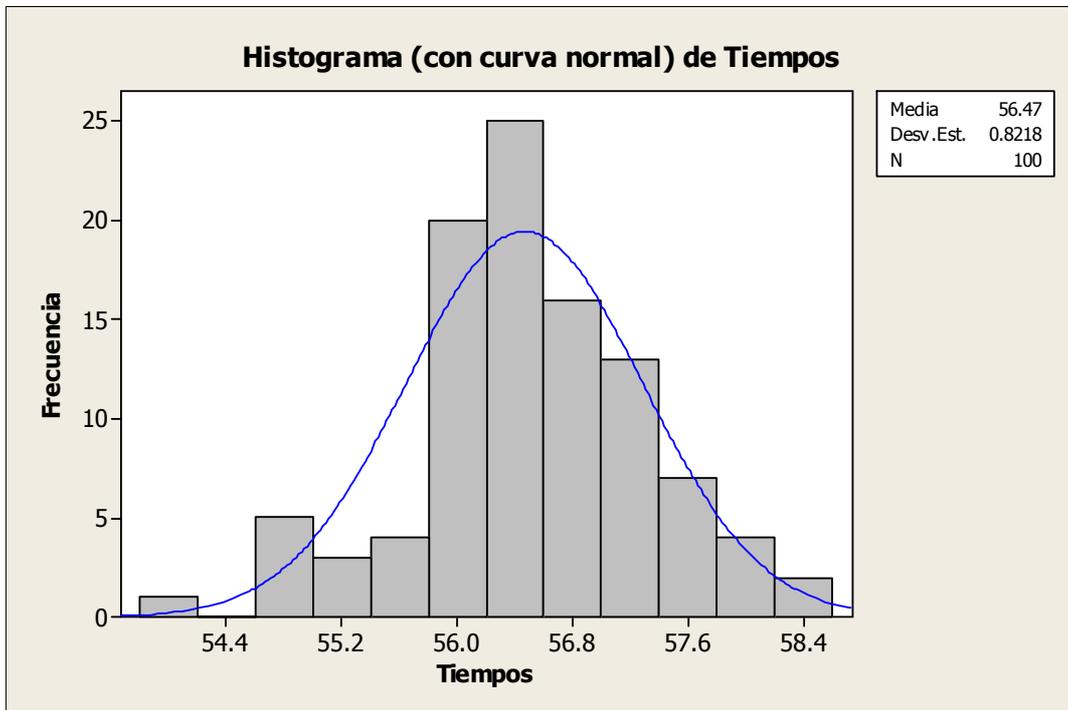


Figura 16. Histograma de Tiempos de procesamiento en el corte de sillas Aurora

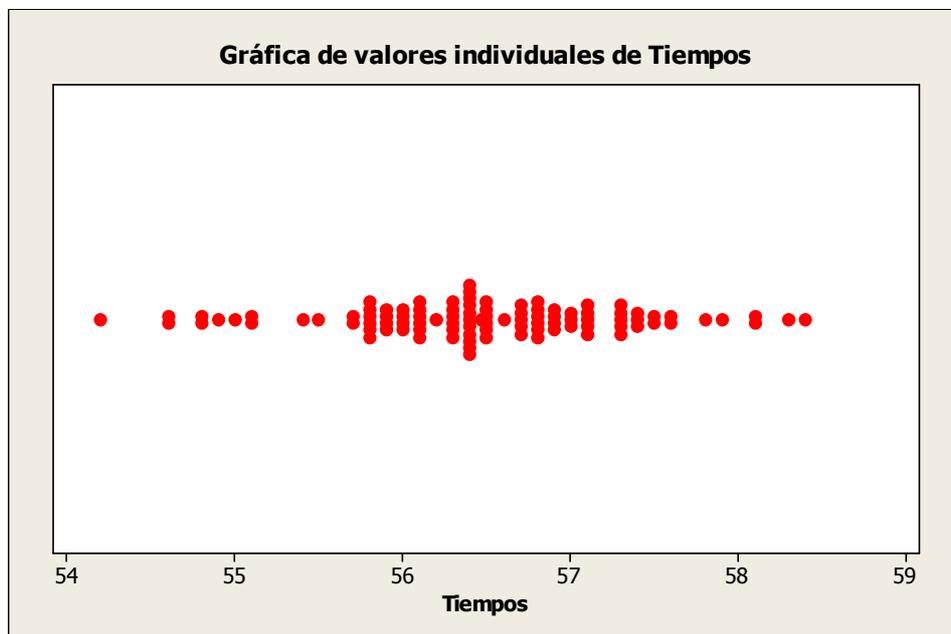


Figura 17. Gráfica de valores individuales de Tiempos

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS

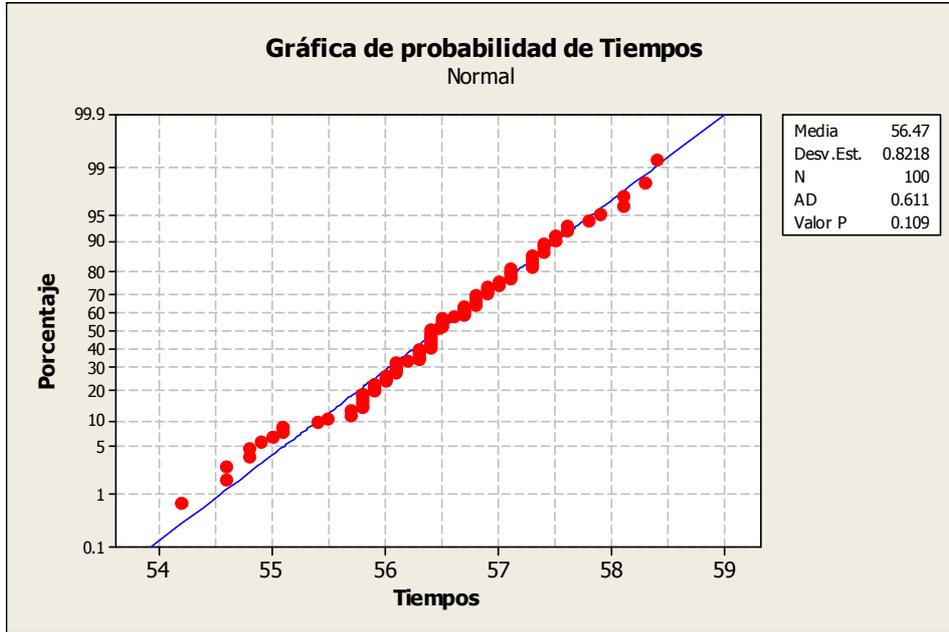
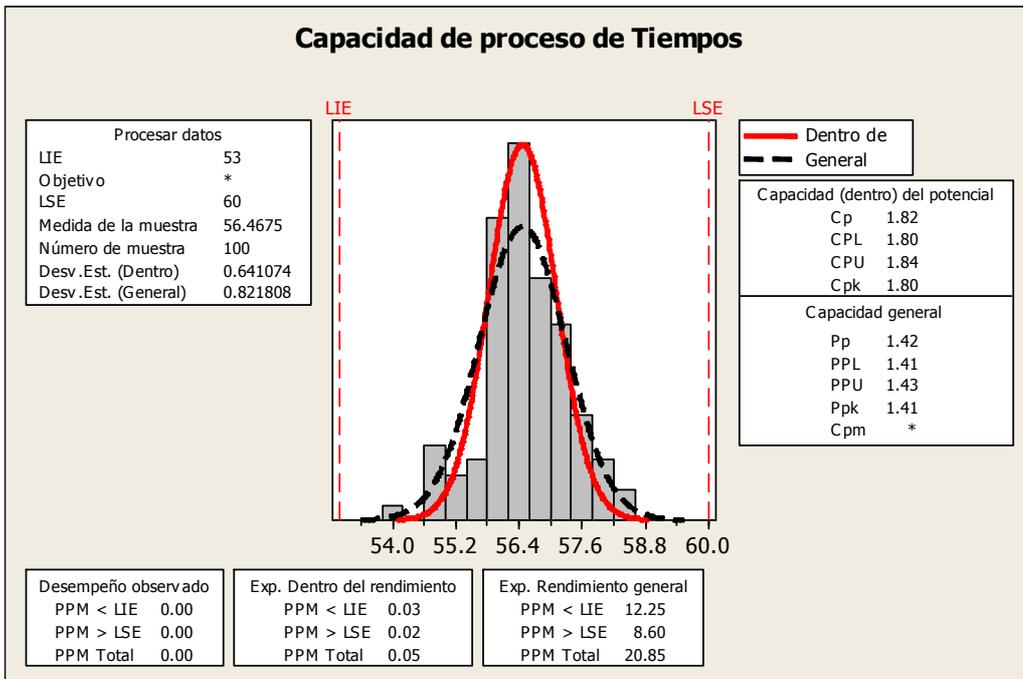
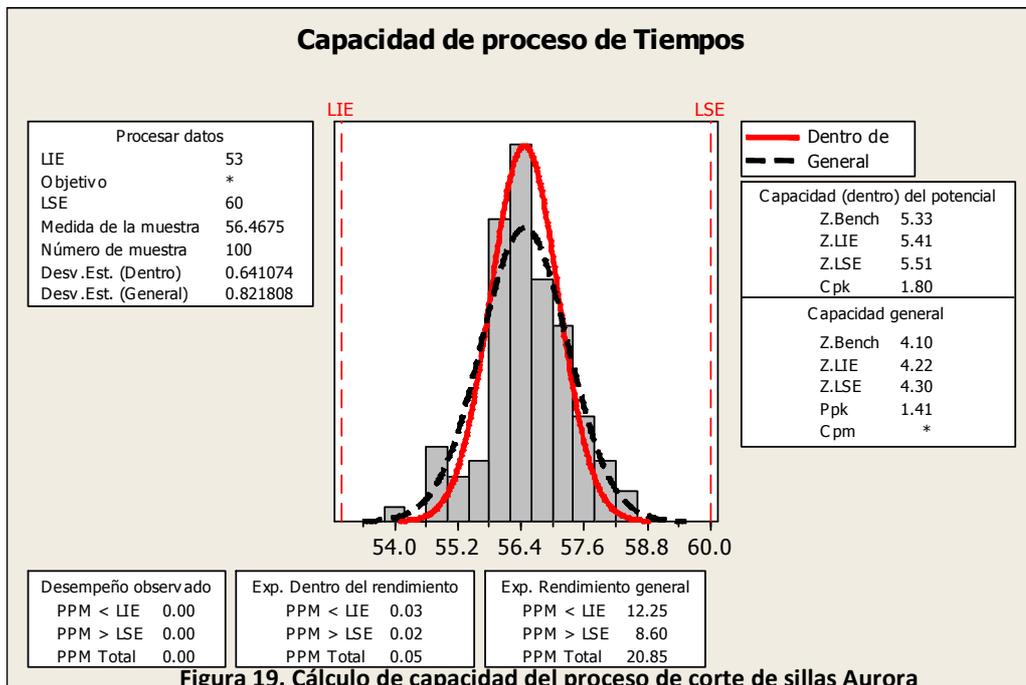


Figura 18. Prueba de normalidad para los tiempos de corte de sillas Aurora

CAPACIDAD DEL PROCESO DE CORTE DE SILLAS





Se observa un Cp de 1.82 y un Cpk de 1.80 en las condiciones iniciales de operación. Una desviación estándar de 0.64 en el corto plazo, y del 0.82 en el largo plazo. De igual manera, se obtiene un Zst de 5.33 y un Zlt de 4.10, así como un Ppk de 1.41 (desempeño actual del proceso).

5.3. FASE DE MEJORAMIENTO

A continuación se presentan cada una de las mejoras implementadas en el proyecto y de aquellas que siguen en ejecución. Estas mejoras surgen como resultado del proceso de medición y del trabajo conjunto con el personal técnico del proceso de corte de la compañía y el apoyo del equipo de trabajo de campo de la CUC.

5.3.1. Estandarización del Proceso de Corte

El paso inicial del proceso de mejoramiento se centró en estandarizar las operaciones a realizar en el proceso de corte de la empresa teniendo en cuenta que al iniciar el proyecto no existía ningún tipo de estándar de fabricación y los operarios realizaban las actividades de fabricación de manera desordenada. Los resultados se presentan a continuación.

5.3.1.1. Procedimiento para la fabricación de sillas

ARDES MUEBLES	PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE SILLAS	Marzo 8 de 2012
AM		Versión: 1
Diseños Y Estilos		Pág. X de x

1. OBJETIVO

Establecer y estandarizar el proceso para la realización de las sillas AURORA

2. ALCANCE

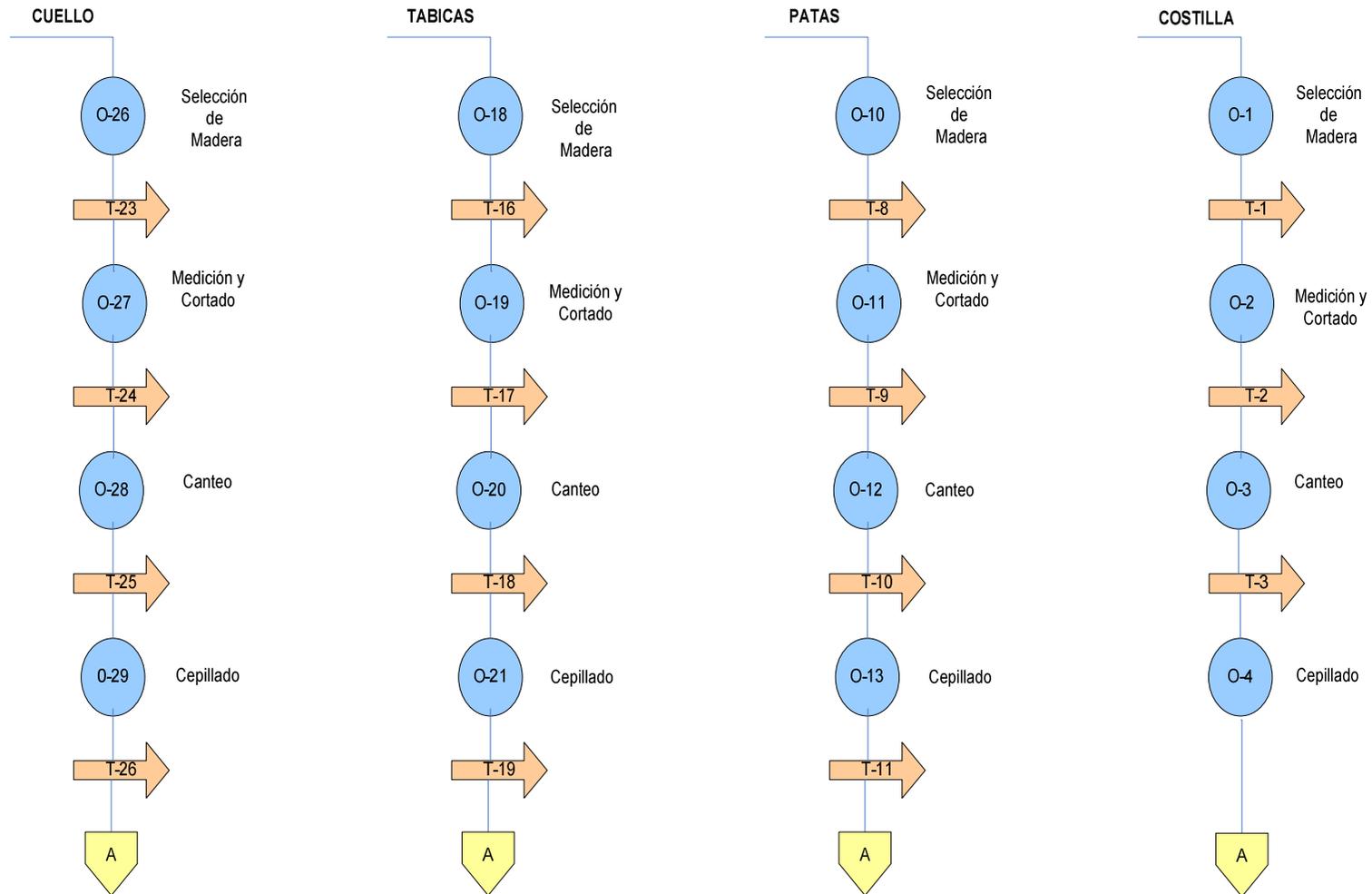
Aplica para la fabricación de sillas desde la selección de la madera hasta el ensamble del producto.

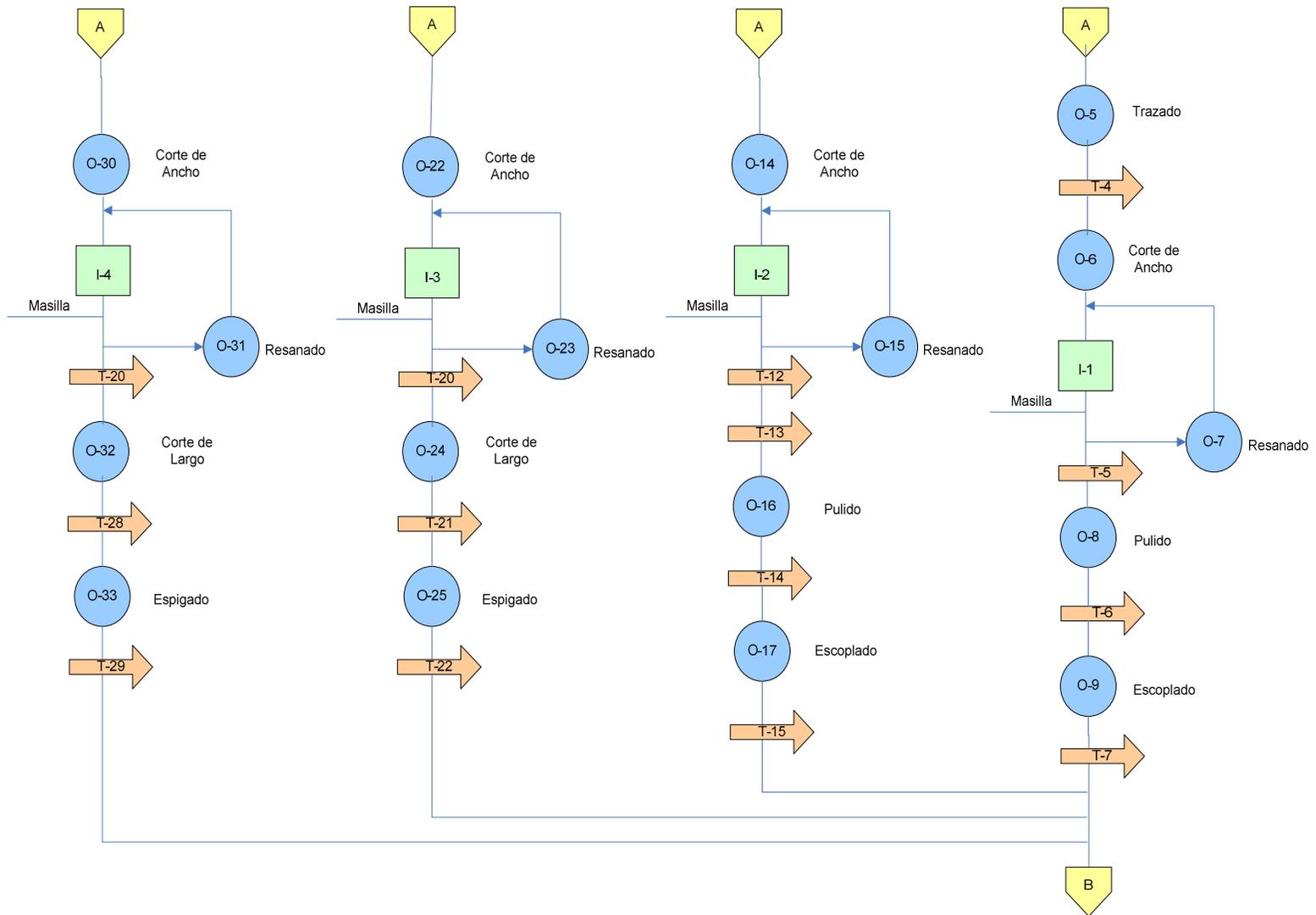
CONDICIONES GENERALES

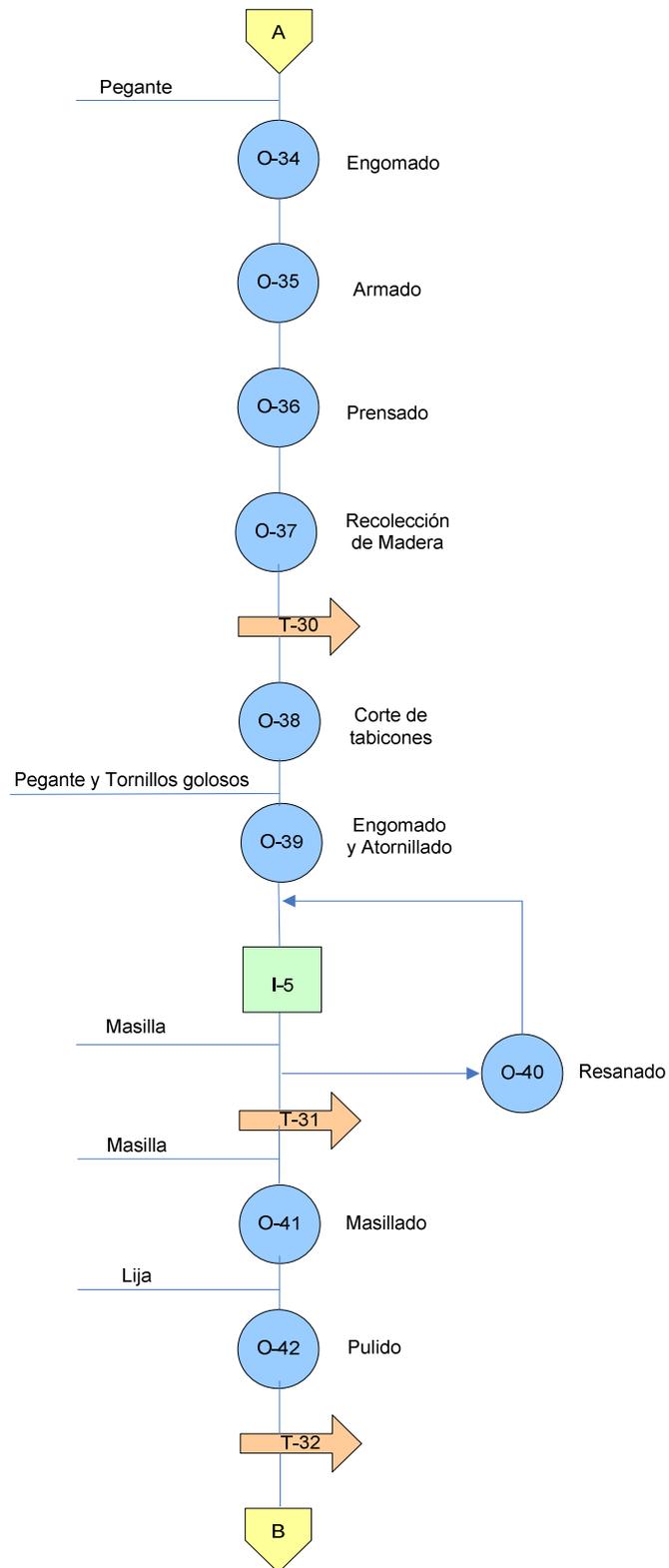
NA

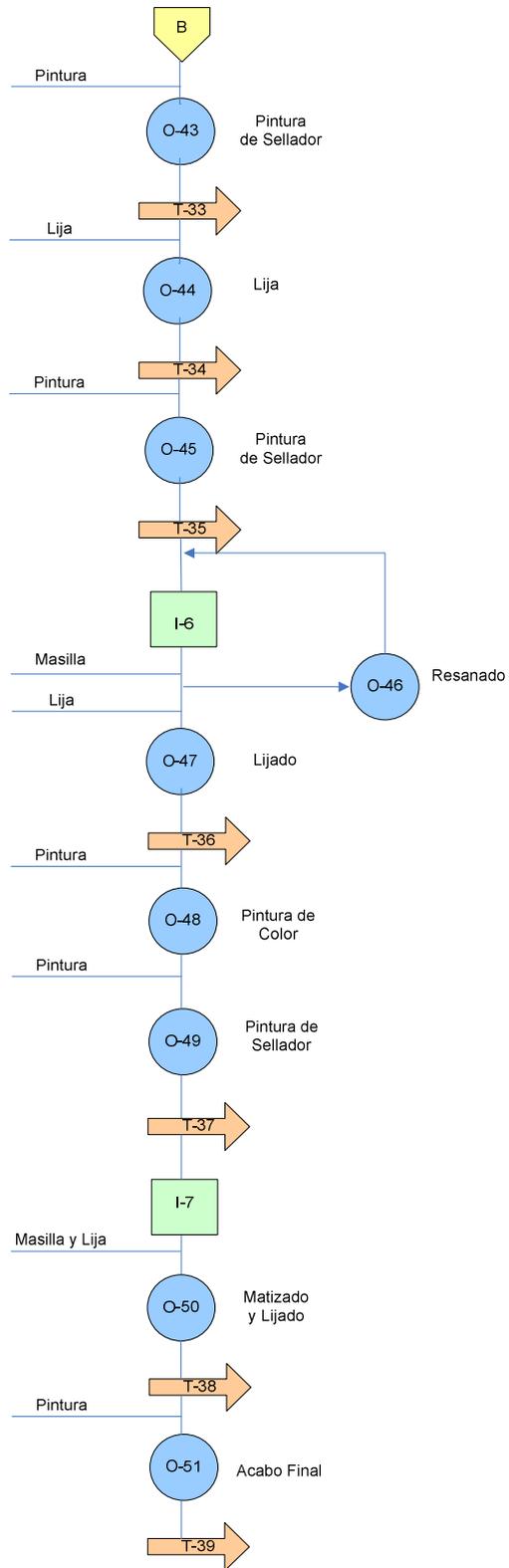
ELABORO	REVISO	APROBO

3. DIAGRAMA DE PROCESO









4. DESCRIPCION

QUE	QUIEN	COMO
O-1	Ebanista	Se seleccionan los tablonos de acuerdo al grueso de la pieza a fabricar (costillas)
T-1	Ebanista	Traslado de tablonos de madera hacia la sierra radial
O-2	Ebanista	Se realiza el corte de las piezas según el largo del diseño
T-2	Ebanista	Traslado de las piezas de madera hacia la maquina canteadora
O-3	Ebanista	Se cantean las piezas para que todas las caras queden a escuadra en el Angulo requerido por el diseño, esta operación se realiza tantas veces sea necesaria según criterio del ebanista.
T-3	Ebanista	Transporte de piezas a maquina cepilladora.
O-4	Ebanista	Se realiza cepillado de piezas donde se les da el espesor final a la madera Esta medida se obtiene por medio de una manivela en la parte derecha de la maquina la cual mueve la mesa del cepillo en forma vertical.
O-5	Ebanista	Se realiza trazado de líneas en las piezas
T-4	Ebanista	Transporte de piezas a sierra sin fin.
O-6	Ebanista	Se realiza corte de las piezas siguiendo el contorno de las líneas trazadas anteriormente
I-1		Se Inspecciona la pieza (si tiene algún desperfecto y es reparable , se resana, si no es reparable se aparta y si esta bien sigue a la sierra
O-7		Resanado (se aplica masilla a los defectos)
T-5	Ebanista	Transporte a máquina pulidora
O-8	Ebanista	Se realiza lijado de las piezas hasta casi el acabado final
T-6	Ebanista	Transporte de piezas a maquina escopladora
O-9	Ebanista	Se realiza escople a las piezas (tres cajas) dos de los cuales deben encajar en las tabicas y uno que encaje con el cuello de la silla.
T.7		Se transportan las piezas al taller de armado
O-10	Ebanista	Se seleccionan los tablonos de acuerdo al grueso de la pieza a fabricar (patas delanteras)
T-8	Ebanista	Traslado de tablonos de madera hacia la sierra radial
O-11	Ebanista	Se realiza el corte de las piezas según el largo del diseño
T-9	Ebanista	Traslado de las patas de madera hacia la maquina canteadora
O-12	Ebanista	Se cantean las piezas para que todas las caras queden a escuadra en el Angulo requerido por el diseño, esta operación se realiza tantas veces sea necesaria según criterio del ebanista.
T-10	Ebanista	Transporte de piezas a maquina cepilladora.
O-13	Ebanista	Se realiza cepillado de piezas donde se les da el espesor final a la madera Esta medida se obtiene por medio de una manivela en la parte derecha de la maquina la cual mueve la mesa del cepillo en forma vertical.
T-11	Ebanista	Transporte de piezas a sierra circular.
O-14	Ebanista	Se le da el ancho final a la pata
I-2	Ebanista	Se Inspecciona la pieza (si tiene algún desperfecto y es reparable , se resana, si no es reparable se aparta, si esta bien sigue a la sierra
O-15	Ebanista	Resanado (se aplica masilla a los defectos)
T-12	Ebanista	Transporte de piezas a la sierra radial.
T-13	Ebanista	Transporte a máquina pulidora
O-16	Ebanista	Se realiza pre acabado a las piezas
T-14	Ebanista	Transporte de piezas a maquina escopladora
O-17	Ebanista	Se realiza (dos cajas) para que encajen con las tabicas.
T-15		Se transportan las piezas al taller de armado
O-18	Ebanista	Se seleccionan los tablonos de acuerdo al grueso de la pieza a fabricar (tabicas: uniones entre pata y pata)
T-16	Ebanista	Traslado de tablonos de madera hacia la sierra radial
O-19	Ebanista	Se le da el ancho que requiere la tabica

QUE	QUIEN	COMO
T-17	Ebanista	Traslado de las piezas de madera hacia la maquina canteadora
O-20	Ebanista	Se cantean las piezas para que todas las caras queden a escuadra en el Angulo requerido por el diseño, esta operación se realiza tantas veces sea necesaria según criterio del ebanista.
T-18	Ebanista	Transporte de piezas a maquina cepilladora.
O-21	Ebanista	Se realiza cepillado de piezas donde se les da el espesor final a la madera Esta medida se obtiene por medio de una manivela en la parte derecha de la maquina la cual mueve la mesa del cepillo en forma vertical.
T-19	Ebanista	Transporte de piezas a sierra circular.
O-22	Ebanista	Se les da a las tabicas el ancho final
I-3	Ebanista	Se Inspecciona la pieza (si tiene algún desperfecto y es reparable , se resana, si no es reparable se aparta y si está bien sigue a la sierra
O-23	Ebanista	Resanado (se aplica masilla a las defectos)
T-20	Ebanista	Transporte de piezas a la sierra radial.
O-24	Ebanista	Se les da el largo final
T-21	Ebanista	Transporte de piezas a máquina espigadora.
O-25	Ebanista	Se realiza moldeo de puntas para que encajen con las patas delanteras y las costillas.
T-22		Se transportan las piezas al taller de armado
O-26	Ebanista	Selección de madera (de los procesos anteriores se toma la madera sobrante) si esta no alcanza, se selecciona los tablonos de acuerdo al grueso de la pieza(cuello de la silla)
T-23	Ebanista	Traslado de tablonos de madera hacia la sierra radial
O-27	Ebanista	Se le da el largo final requerido por del diseño
T-24	Ebanista	Traslado de las piezas de madera hacia la maquina canteadora
O-28	Ebanista	Se cantean las piezas para que todas las caras queden a escuadra en el Angulo requerido por el diseño, esta operación se realiza tantas veces sea necesaria según criterio del ebanista.
T-25	Ebanista	Transporte de piezas a maquina cepilladora.
O-29	Ebanista	Se realiza cepillado de piezas donde se les da el espesor final a la madera Esta medida se obtiene por medio de una manivela en la parte derecha de la maquina la cual mueve la mesa del cepillo en forma vertical.
T-26	Ebanista	Transporte de piezas a sierra circular.
O-30	Ebanista	Se le da el ancho final a los laterales
I-4		Se Inspecciona la pieza (si tiene algún desperfecto y es reparable , se resana, si no es reparable se aparta y si está bien sigue a la sierra
O-31		Resanado (se aplica masilla a las defectos)
T-27	Ebanista	Transporte de piezas a la sierra radial.
O-32	Ebanista	Se realiza corte de las piezas según las dimensiones de largo
T-28	Ebanista	Transporte de piezas a máquina espigadora.
O-33	Ebanista	Se le hacen dos espigas para que encajen en la parte superior de las costillas
T-29	Ebanista	Se transportan las piezas al taller de armado
O-34	Ebanista	Se aplica goma para madera a las espigas y las cajas de todas las piezas
O-35	Ebanista	Se realiza el armado.
O-36	Ebanista	Prensado (se utilizan prensas manuales para fijar las piezas)
O-37	Ebanista	Se recogen pedazos de madera sobrantes de otros procesos
T-30	Ebanista	Se transportan a la sierra radial
O-38	Ebanista	Se cortan en pequeños triángulos llamados tabicones (uniones entre tabicas, se usan 4 para cada silla)
O-39	Ebanista	Se les aplica goma y se atornillan a la parte interna de las tabicas (dos tornillos golosos a cada uno)
I-5	Ebanista	Inspección (si tiene algún desperfecto se resana, si no, sigue al taller de

QUE	QUIEN	COMO
		lijado)
O-40	Ebanista	Resanado (se aplica masilla a las defectos)
T-31	Ebanista	Transporte al taller de lijado
O-41	Ebanista	Se aplica masilla a los desperfectos y pegas
O-42	Ebanista	Se realiza el pulido con la lijadora orbital manual
T-32	Ebanista	Transporte al taller de pintura
O-43	Pintor	Se Pinta la Primera Mano de Sellador
T-33	Pintor	Transporte a Lijado
O-44	Pintor	Se Lija Manualmente
T-34	Pintor	Transporte a Pintura
O-45	Pintor	Se Pinta de Sellador Segunda Mano
T-35	Pintor	Transporte a Inspección - Resanado y Lijado
I-6	Pintor	Inspección
O-46	Pintor	Se Resana aplicando mansilla.
O-47	Pintor	Se Lija con Maquina Lijadora Orbital
T-36	Pintor	Transporte a Pintura de Color
O-48	Pintor	Se Pinta de Color
O-49	Pintor	Se Pinta de Sellador Tercera Mano
T-37	Pintor	Transporte a Inspección – Matizado y Lijado
I-7	Pintor	Inspección
O-50	Pintor	Se Matiza con Maquina Lijadora Orbital Lija Fina
T-38	Pintor	Transporte a Acabado
O-51	Pintor	Acabado Final
T-39	Pintor	Transporte a bodega

5. CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Cambio	Versión

5.3.1.2. Procedimiento para la fabricación de mesas

ARDES MUEBLES	PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE MESA	Marzo 8 de 2012
AM		Versión: 1
Diseños Y Estilos		Pág. x de x

1. OBJETIVO

Establecer y estandarizar el proceso para la realización las mesas

2. ALCANCE

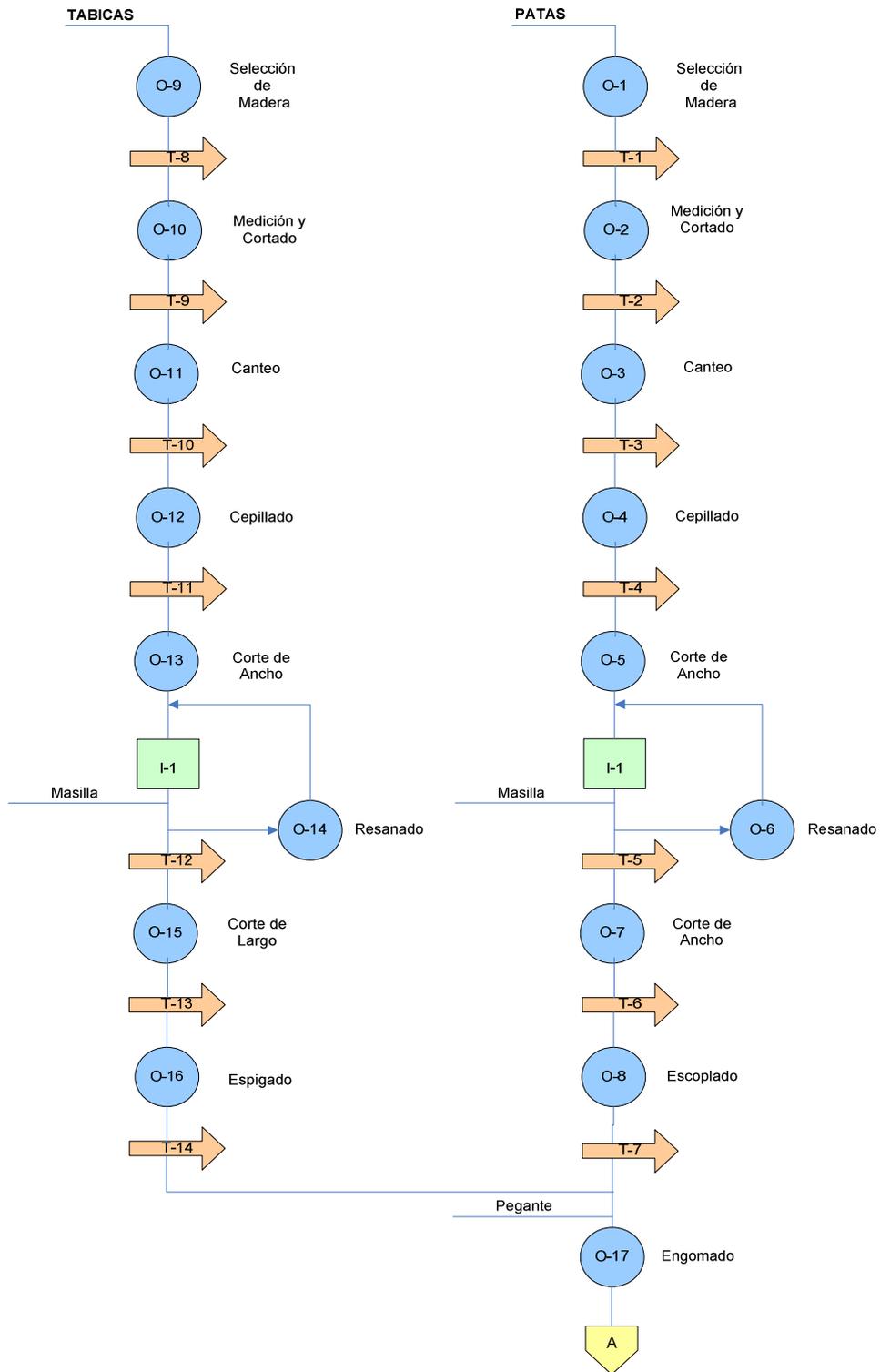
Aplica para la fabricación de mesas desde la selección de la madera hasta el transporte al embalaje del producto.

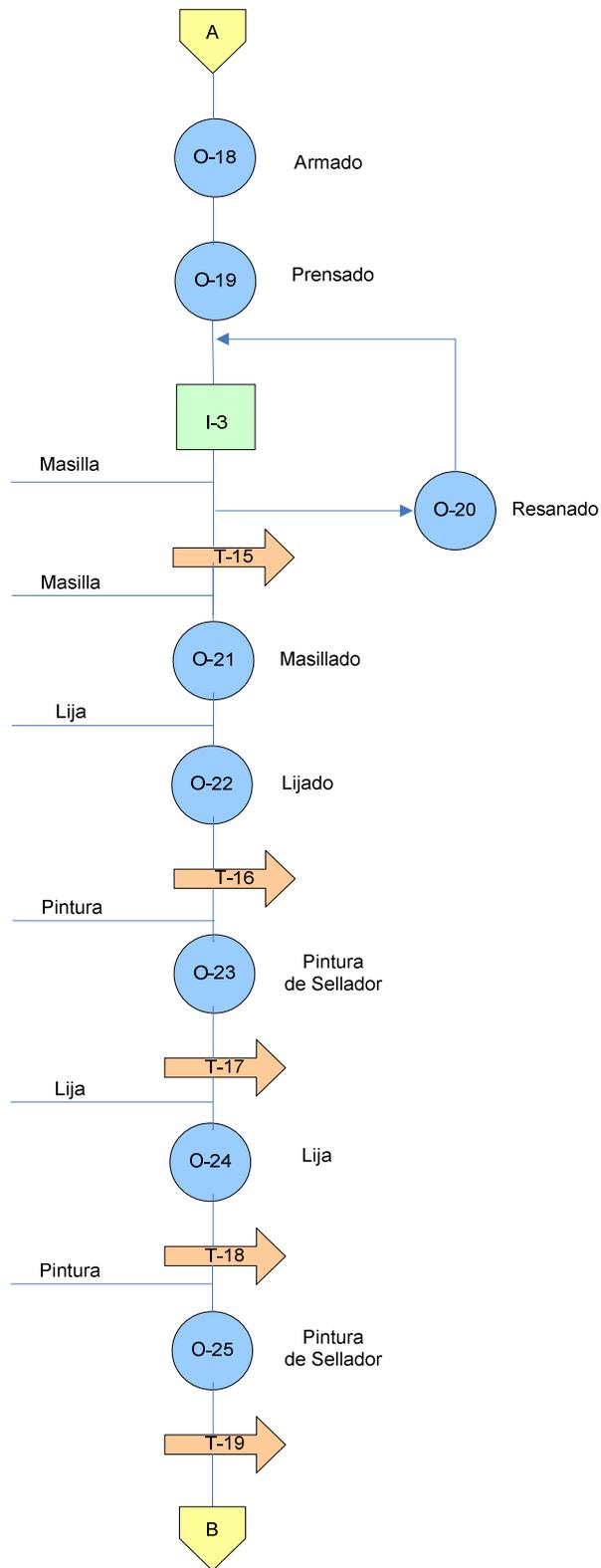
CONDICIONES GENERALES

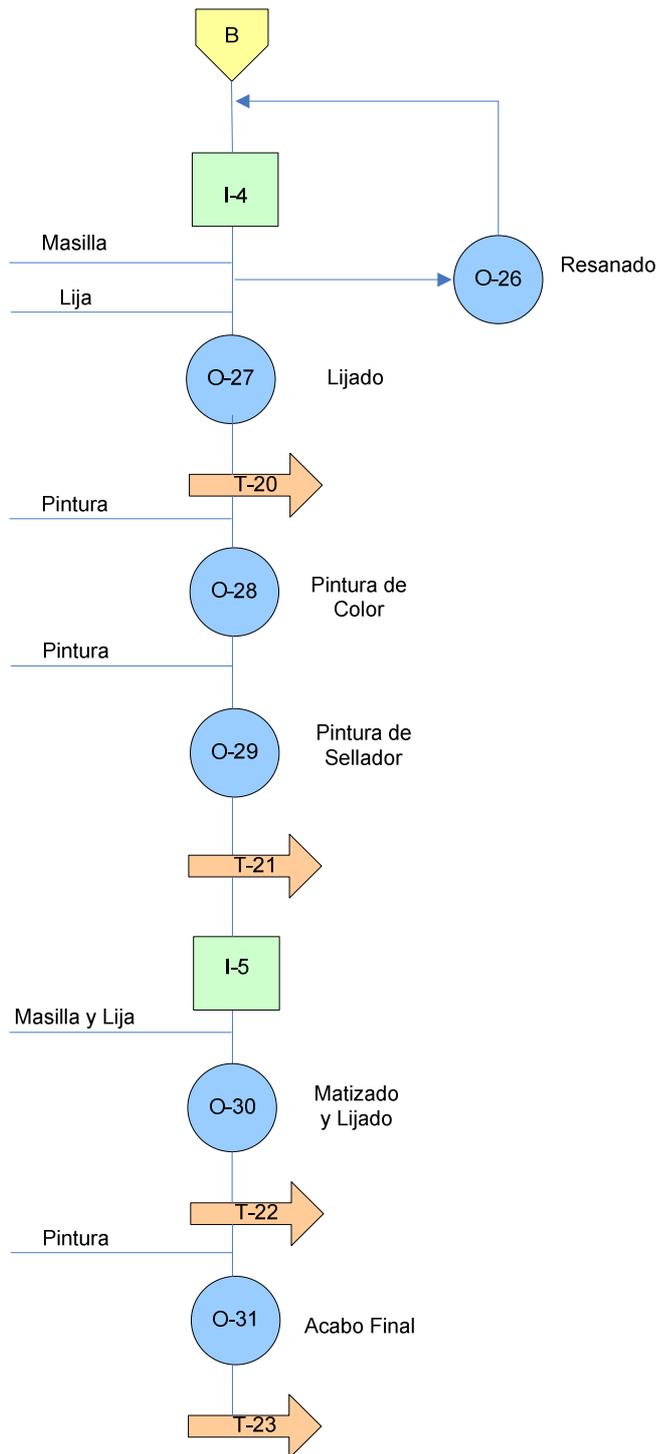
NA

ELABORO	REVISO	APROBO

3. DIAGRAMA DE PROCESO







4. DESCRIPCION

QUE	QUIEN	COMO
O-1	Ebanista	Se seleccionan los tablones de acuerdo al grueso de la pieza a fabricar (patas)
T-1	Ebanista	Traslado de tablones de madera hacia la sierra radial
O-2	Ebanista	Se realiza el corte de las piezas según el largo del diseño
T-2	Ebanista	Traslado de las piezas de madera hacia la maquina canteadora
O-3	Ebanista	Se cantean las piezas para que todas las caras queden al a escuadra en el Angulo requerido por el diseño, esta operación se realiza tantas veces sea necesaria según criterio del ebanista.
T-3	Ebanista	Transporte de piezas a maquina cepilladora.
O-4	Ebanista	Se realiza cepillado de piezas donde se les da el espesor fina la madera Esta medida se obtienen por medio de una manivela en la parte derecha de la maquina la cual mueve la mesa del cepillo en forma vertical.
T-4	Ebanista	Transporte de piezas a sierra circular.
O-5	Ebanista	Se le da el ancho final a las patas
I-1	Ebanista	Se Inspecciona la pieza (si tiene algún desperfecto y es reparable , se resana, si no es reparable se aparta y si está bien sigue a la sierra
O-6	Ebanista	Resanado (se aplica masilla a las defectos)
T-5	Ebanista	Transporte de piezas a la sierra radial.
O-7	Ebanista	Se realiza el corte donde se le da el largo final
T-6	Ebanista	Transporte de piezas a maquina escopladora
O-8	Ebanista	Se realiza escople a las piezas (dos cajas) en las cuales deben encajar en las tabicas
T-7	Ebanista	Se transportan las patas al taller de armado
O-9	Ebanista	Se seleccionan los tablones de acuerdo al grueso de la pieza a fabricar (tabicas)
T-8	Ebanista	Traslado de tablones de madera hacia la sierra radial
O-10	Ebanista	Se realiza el corte de las piezas según el largo del diseño
T-9	Ebanista	Traslado de las patas de madera hacia la maquina canteadora
O-11	Ebanista	Se cantean las piezas para pulir los lados de la madera, esta operación se realiza tantas veces sean necesarias según criterio del ebanista
T-10	Ebanista	Transporte de piezas a maquina cepilladora.
O-12	Ebanista	Se realiza cepillado de piezas donde se les da el grueso fina la madera Esta medida se obtienen por medio de una manivela en la parte derecha de la maquina la cual mueve la mesa del cepillo en forma vertical.
T-11	Ebanista	Transporte de piezas a sierra circular.
O-13	Ebanista	Se le da el ancho final a las tabicas
I-2		Se Inspecciona la pieza (si tiene algún desperfecto y es reparable , se resana, si esta bien sigue a la sierra
O-14		Resanado (se aplica masilla a las defectos)
T-12	Ebanista	Transporte de piezas a la sierra radial.
O-15	Ebanista	Se les da el Largo final a las tabicas
T-13	Ebanista	Transporte a la maquina espigadora
O-16	Ebanista	Se le hacen dos espigas para que encajen en las cajas de las patas
T-14	Ebanista	Se Transportan las tabicas al taller de armado
O-17	Ebanista	Se aplica goma para madera a las espigas y las cajas de todas las piezas
O-18	Ebanista	Se realiza el armado.
O-19	Ebanista	Prensado (se utilizan prensas manuales para fijar las piezas
I-3	Ebanista	Inspección (si tiene algún desperfecto se resana, si no, sigue al taller de lijado)
O-20	Ebanista	Resanado (se aplica masilla a las defectos)

QUE	QUIEN	COMO
T-15	Ebanista	Transporte al taller de lijado
O-21	Ebanista	Se aplica masilla a los desperfectos y pegas
O-22	Ebanista	Se realiza el pulido con la lijadora orbital manual
T-16	Ebanista	Transporte al taller de pintura
O-23	Pintor	Se Pinta la Primera Mano de Sellador
T-17	Pintor	Transporte a Lijado
O-24	Pintor	Se Lija Manualmente
T-18	Pintor	Transporte a Pintura
O-25	Pintor	Se Pinta de Sellador Segunda Mano
T-19	Pintor	Transporte a Inspección - Resanado y Lijado
I-4	Pintor	Inspección
O-26	Pintor	Se Resana aplicando mansilla.
O-27	Pintor	Se Lija con Maquina Lijadora Orbital
T-20	Pintor	Transporte a Pintura de Color
O-28	Pintor	Se Pinta de Color
O-29	Pintor	Se Pinta de Sellador Tercera Mano
T-21	Pintor	Transporte a Inspección – Matizado y Lijado
I-5	Pintor	Inspección
O-30	Pintor	Se Matiza con Maquina Lijadora Orbital Lija Fina
T-22	Pintor	Transporte a Acabado
O-31	Pintor	Acabado Final
T-23	Pintor	Transporte Embalaje.

CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Cambio	Versión

5.3.1.3. Procedimiento para la fabricación de Marco Espejo

ARDES MUEBLES	PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE MARCO ESPEJO	Marzo 8 de 2012
AM		Versión: 1
Diseños Y Estilos		Pág. x de x

1. OBJETIVO

Establecer y estandarizar el proceso para la realización del marco espejo

2. ALCANCE

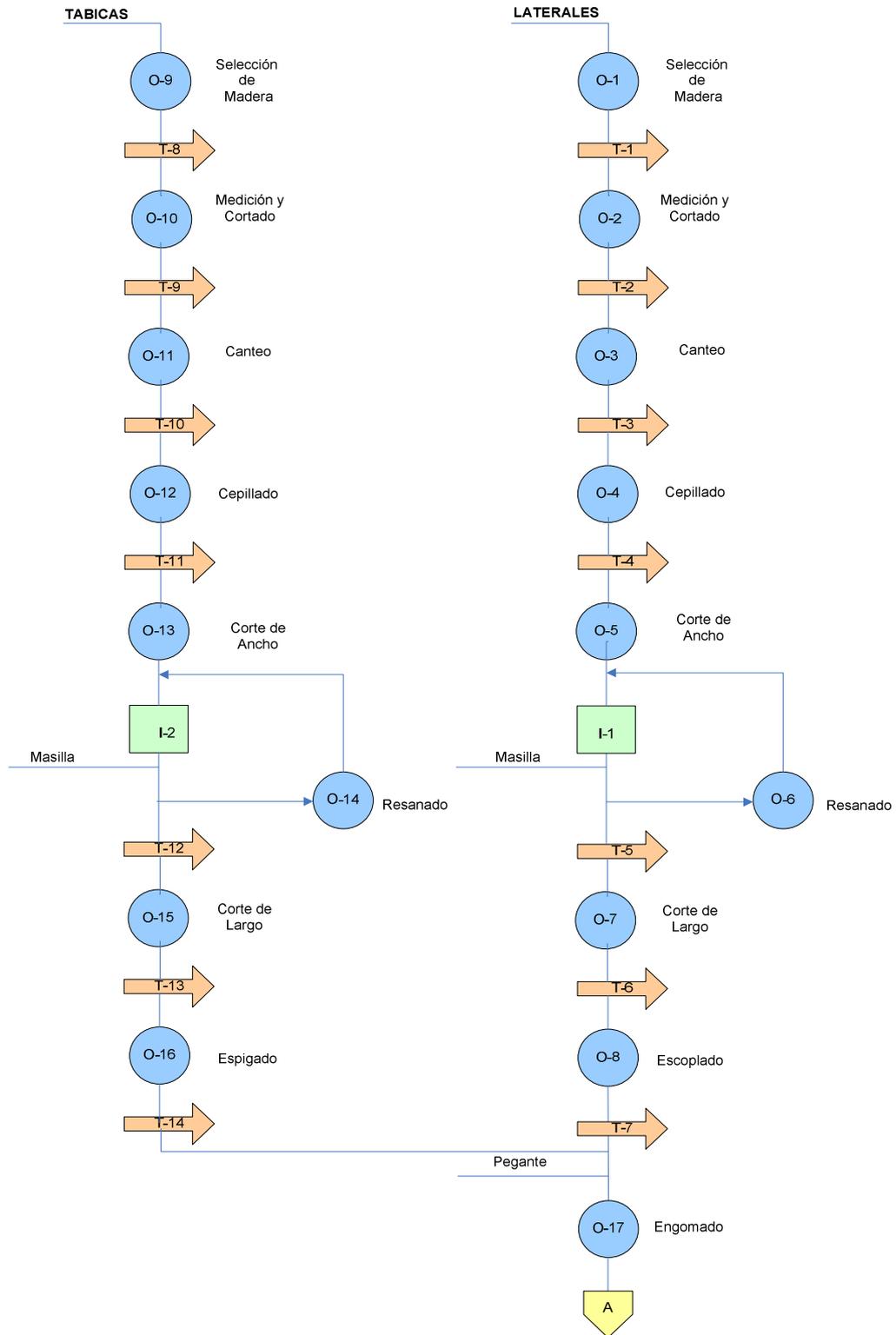
Aplica para la fabricación de marco espejo desde la selección de la madera hasta el transporte al embalaje del producto

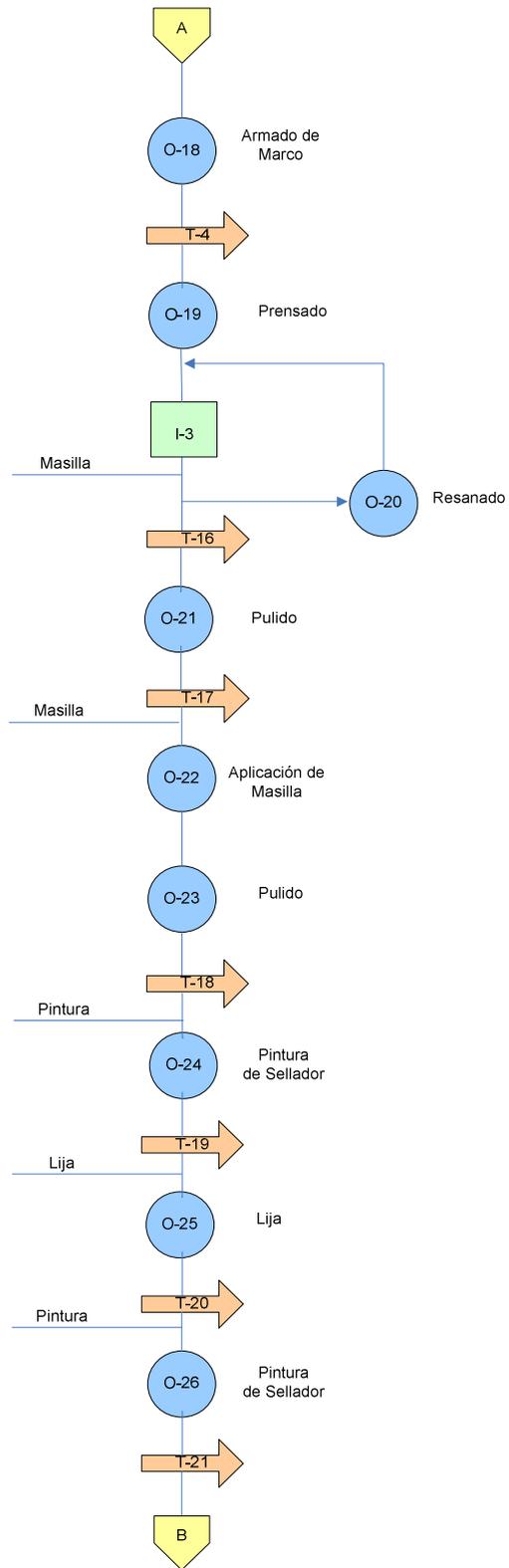
CONDICIONES GENERALES

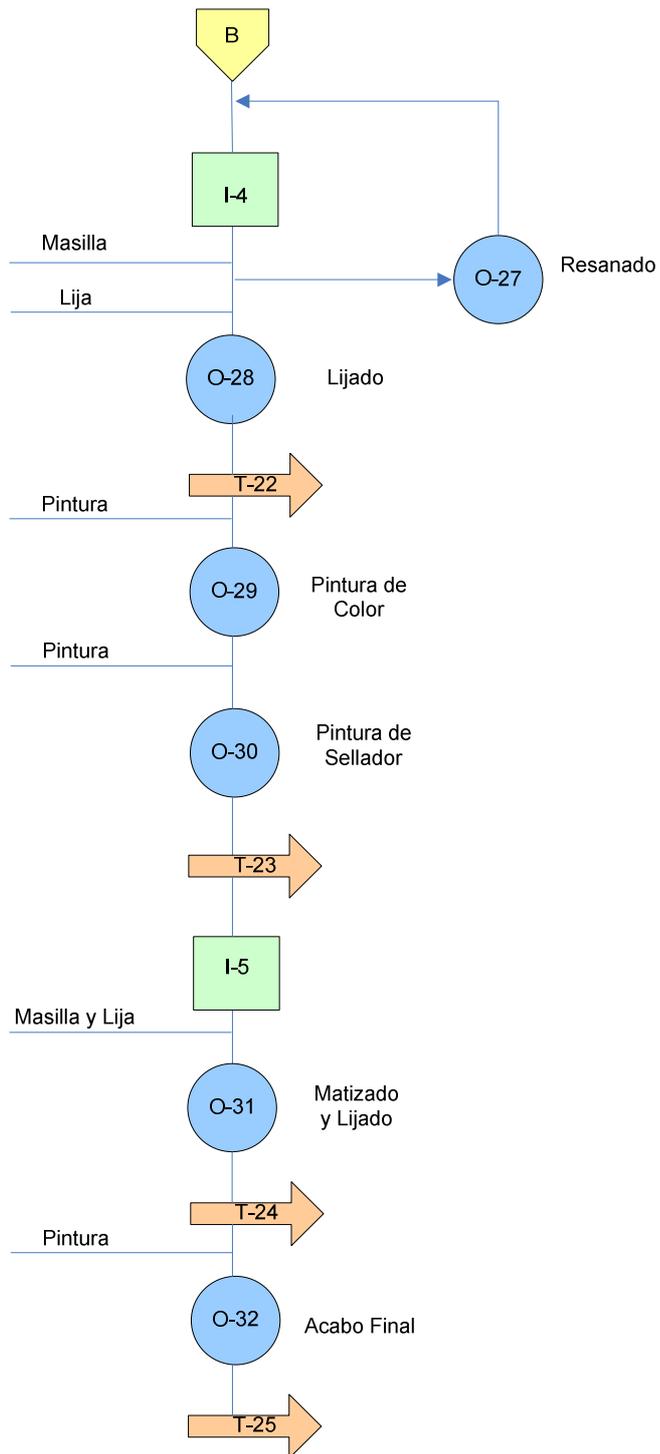
NA

ELABORO	REVISO	APROBO

3. DIAGRAMA DE PROCESO







4. DESCRIPCION

QUE	QUIEN	COMO
O-1	Ebanista	Se seleccionan los tablonos de acuerdo al grueso de la pieza a fabricar (LATERALES)
T-1	Ebanista	Traslado de tablonos de madera hacia la sierra radial
O-2	Ebanista	Se realiza el corte de las piezas según el largo del diseño
T-2	Ebanista	Traslado de las piezas de madera hacia la maquina canteadora
O-3	Ebanista	Se cantean las piezas para que todas las caras queden a escuadra en el Angulo requerido por el diseño, esta operación se realiza tantas veces sea necesaria según criterio del ebanista.
T-3	Ebanista	Transporte de piezas a maquina cepilladora.
O-4	Ebanista	Se realiza cepillado de piezas donde se les da el espesor final a la madera Esta medida se obtiene por medio de una manivela en la parte derecha de la maquina la cual mueve la mesa del cepillo en forma vertical.
T-4	Ebanista	Transporte de piezas a sierra circular.
O-5	Ebanista	Se le da el ancho final a los laterales
I-1		Se Inspecciona la pieza (si tiene algún desperfecto y es reparable , se resana, si no es reparable se aparta y si está bien sigue a la sierra
O-6		Resanado (se aplica masilla a las defectos)
T-5	Ebanista	Transporte de piezas a la sierra radial.
O-7	Ebanista	Se realiza el corte donde se le da el largo final
T-6	Ebanista	Transporte de piezas a maquina escopladora
O-8	Ebanista	Se realiza el escople a las piezas (2 cajas) en las cuales deben encajar en las tabicas
T-7	Ebanista	Se transportan las piezas al taller de armado
O-9	Ebanista	Se seleccionan los tablonos de acuerdo al grueso de la pieza a fabricar (TABICAS)
T-8	Ebanista	Traslado de tablonos de madera hacia la sierra radial
O-10	Ebanista	Se realiza el corte de las piezas según el largo del diseño
T-9	Ebanista	Traslado de las patas de madera hacia la maquina canteadora
O-11	Ebanista	Se cantean las piezas para que todas las caras queden al a escuadra en el Angulo requerido por el diseño, esta operación se realiza tantas veces sea necesaria según criterio del ebanista.
T-10	Ebanista	Transporte de piezas a maquina cepilladora.
O-12	Ebanista	Se realiza cepillado de piezas donde se les da el espesor final a la madera Esta medida se obtiene por medio de una manivela en la parte derecha de la maquina la cual mueve la mesa del cepillo en forma vertical.
T-11	Ebanista	Transporte de piezas a sierra circular.
O-13	Ebanista	Se le da el ancho final a las tabicas
I-2	Ebanista	Se Inspecciona la pieza (si tiene algún desperfecto y es reparable , se resana, si no es reparable se aparta, si está bien sigue a la sierra
O-14	Ebanista	Resanado (se aplica masilla a las defectos)
T-12	Ebanista	Transporte de piezas a la sierra radial.
O-15	Ebanista	Se les da e Largo final a las tabicas
T-13	Ebanista	Transporte a la maquina espigadora
O-16	Ebanista	Se le hacen dos espigas para que encajen en los cajas de los laterales
T-14	Ebanista	Se Transportan las tabicas al taller de armado
O-17	Ebanista	Con todas las piezas juntas Se aplica de goma para madera a las espigas y las cajas de las piezas
O-18	Ebanista	Se realiza el armado del marco
T-15	Ebanista	Transporte hasta la prensa hidráulica
O-19	Ebanista	Prensado
I-3	Ebanista	Inspección (si tiene algún desperfecto se resana, si no, sigue a la pulidora)
O-20	Ebanista	Se aplica masilla en el defecto encontrado

QUE	QUIEN	COMO
T-16	Ebanista	Transporte a la pulidora de banda
O-21	Ebanista	Pulido
T-17	Ebanista	Transporte a taller de lijado
O-22	Ebanista	Se aplica masilla a los desperfectos y pegas
O-23	Ebanista	Se realiza el pulido con la lijadora orbital manual
T-18	Ebanista	Transporte al taller de pintura
O-24	Pintor	Se Pinta la Primera Mano de Sellador
T-19	Pintor	Transporte a Lijado
O-25	Pintor	Se Lija Manualmente
T-20	Pintor	Transporte a Pintura
O-26	Pintor	Se Pinta de Sellador Segunda Mano
T-21	Pintor	Transporte a Inspección - Resanado y Lijado
I-4	Pintor	Inspección
O-27	Pintor	Se Resana aplicando mansilla.
O-28	Pintor	Se Lija con Maquina Lijadora Orbital
T-22	Pintor	Transporte a Pintura de Color
O-29	Pintor	Se Pinta de Color
O-30	Pintor	Se Pinta de Sellador Tercera Mano
T-23	Pintor	Transporte a Inspección – Matizado y Lijado
I-5	Pintor	Inspección
O-31	Pintor	Se Matiza con Maquina Lijadora Orbital Lija Fina
T-24	Pintor	Transporte hasta Acabado
O-32	Pintor	Acabado Final
T-25	Pintor	Transporte a bodega

5. CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Cambio	Versión

5.3.1.4. Recorrido en planta para el proceso de fabricación de sillas

A continuación se presenta el diagrama de recorrido para la fabricación de sillas en el proceso de corte

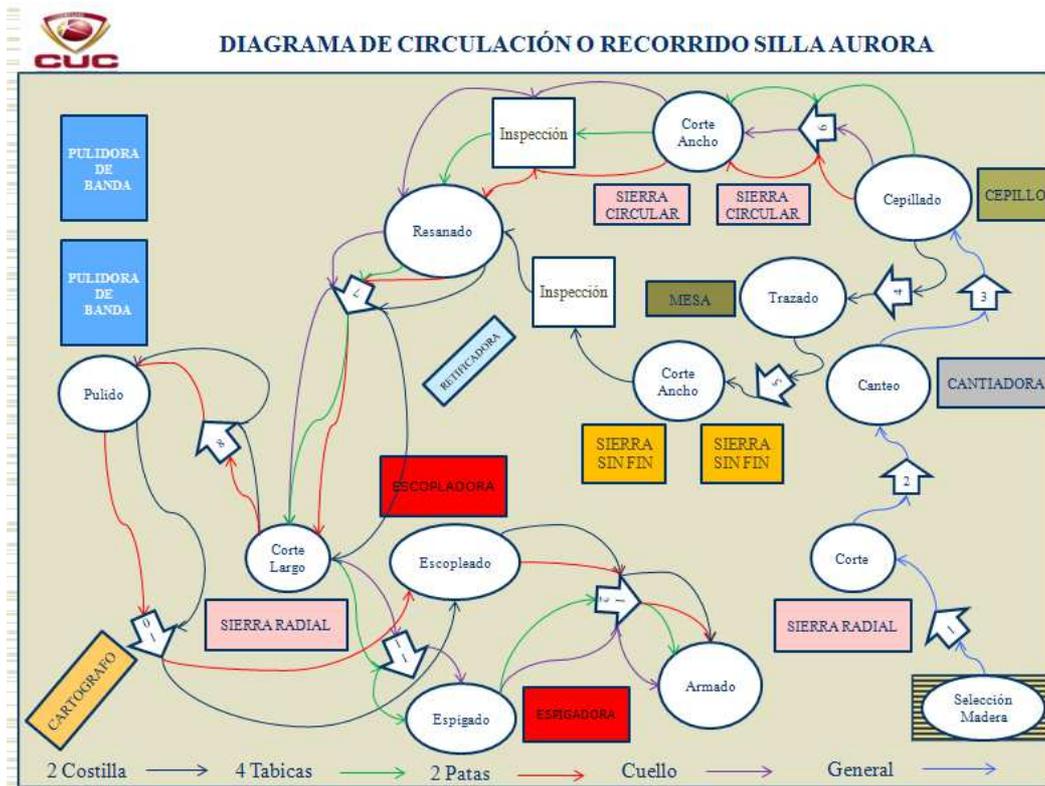


Figura 20. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Silla Aurora.

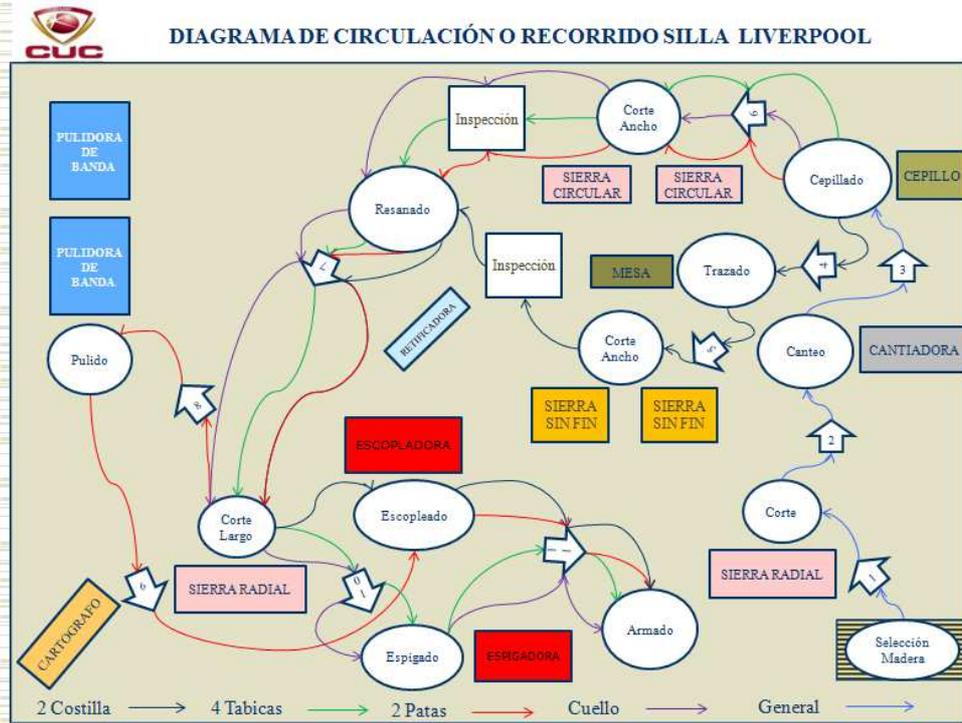


Figura 21. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Silla Liverpool.

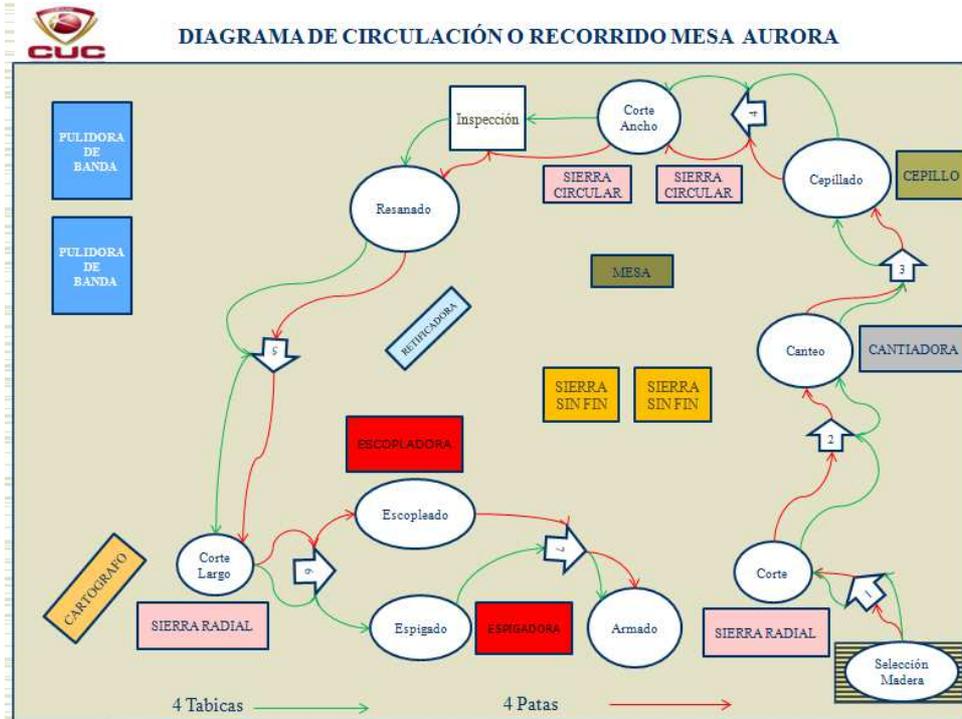


Figura 22. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Mesa Aurora

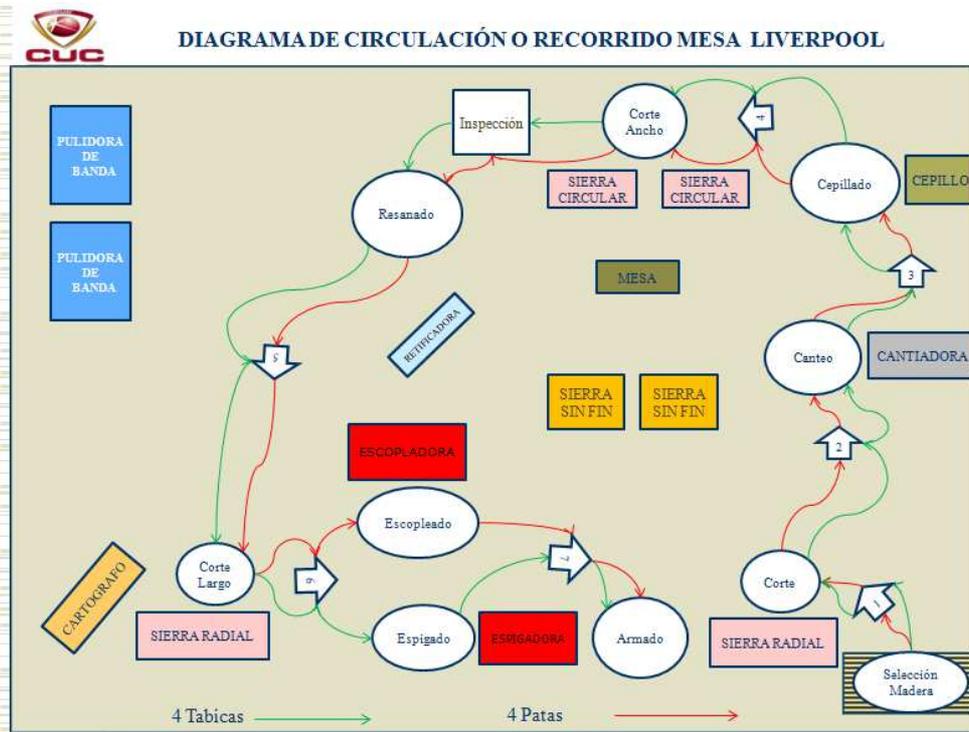


Figura 23. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Mesa Liverpool

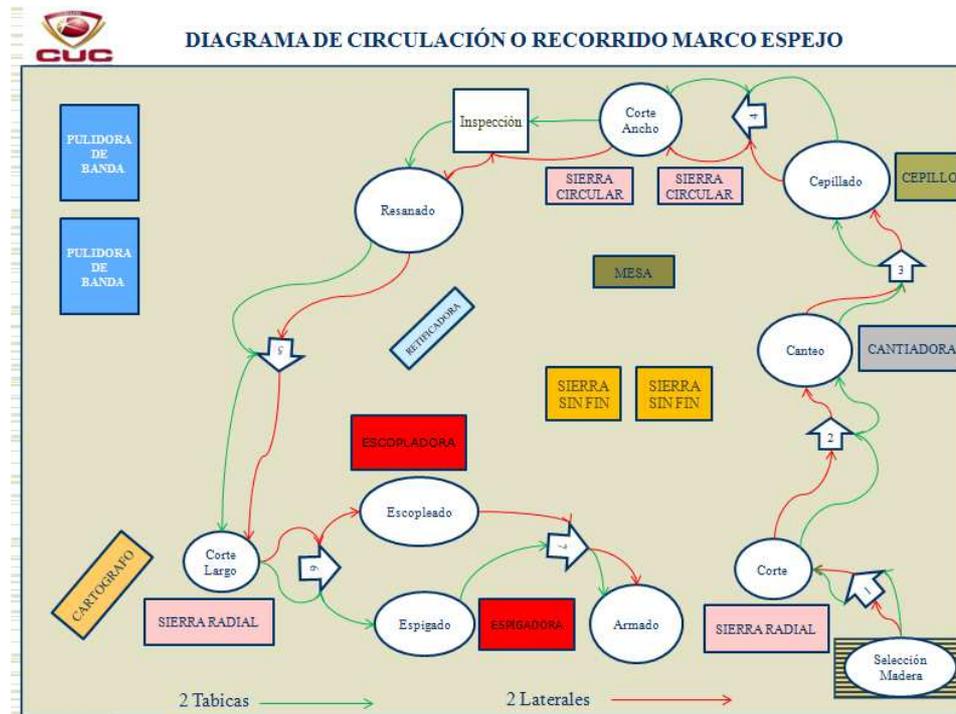


Figura 24. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Marco Espejo

5.3.2. Programación de Operaciones

Uno de los aspectos que limita la velocidad de operación en el proceso de corte está estrechamente ligado al número de operarios con que cuenta la planta en la actualidad.

5 (cinco) operarios realizan las actividades de corte y lijado, y son estos mismos operarios quienes realizan el proceso de armado.

Al iniciar el proyecto se encontró que si bien no se contaba con un proceso de fabricación estándar, los operarios realizaban las labores de corte de un lote de fabricación específico. Luego procedían a realizar las operaciones de lijado de dicho lote, aunque en ocasiones se encontró que se mezclaban las operaciones entre dos lotes diferentes.

Una vez se cortaban y lijaban las piezas pertenecientes a un lote de fabricación, este grupo de 5 trabajadores pasaba a la zona de armado, contigua a la zona de corte y lijado y procedía a realizar el ensamble del lote.

De la toma de tiempos se pudo observar que al pasar los cinco trabajadores a armar las piezas, no generaban una disminución significativa de tiempo en el proceso de armado, y si generaban retrasos en el proceso de corte de un lote subsiguiente.

Para efectos de contrarrestar dicho efecto se planteó el siguiente esquema de trabajo.

Los 5 operarios deberán realizar las operaciones de corte de un lote específico de manera simultánea y siguiendo un flujo continuo de proceso. La siguiente gráfica ilustra el punto inicial del proceso.

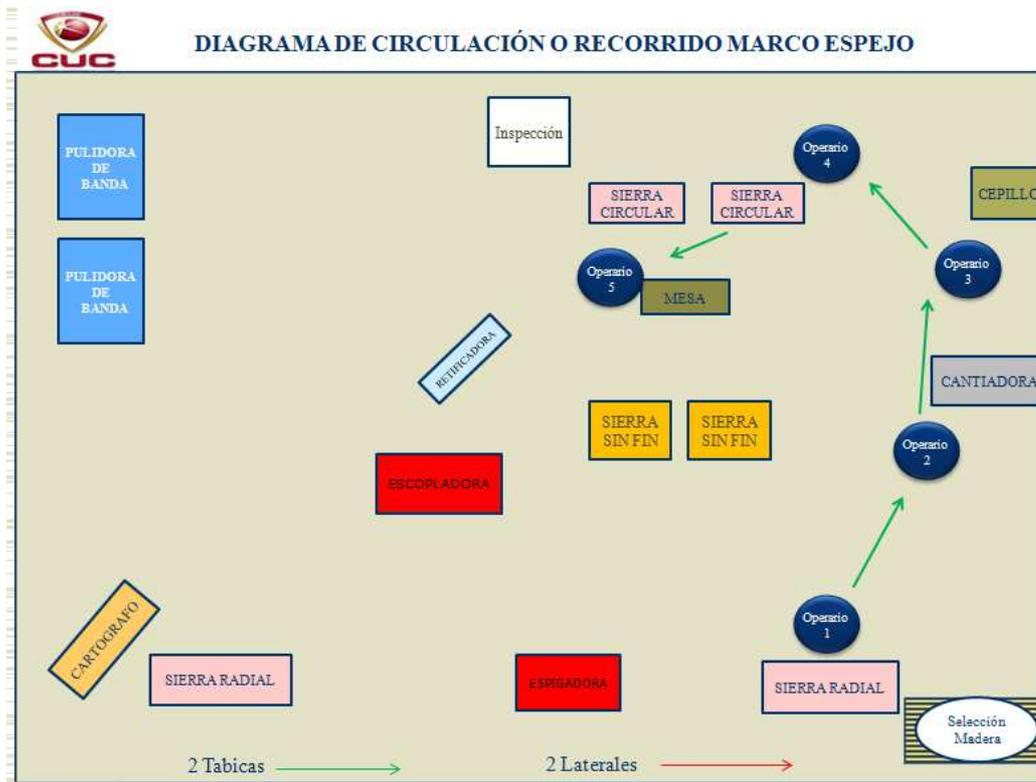


Figura 25. Flujo de operación propuesto para la operación de corte y lijado

Una vez el trabajador 1 en el flujo anterior culmina su operación de corte del lote que se esté fabricando en ese momento, pasa de primero al proceso, tal como se muestra en el siguiente gráfico, tomando el proceso que continua en el ciclo. De tal manera, el trabajador 2 realizará el mismo movimiento una vez culmine hasta llegar a finalizar el proceso de corte y lijado de todo el lote.

Una vez se ha realizado el corte de todo el lote, los últimos 2 operarios del ciclo, pasaran al proceso de armado, a realizar el ensamble del lote. Mientras tanto, los otros 3 operarios reiniciarán el ciclo nuevamente con un nuevo lote.

Una vez los 2 operarios culminen el proceso de ensamble, se unirán al ciclo de corte nuevamente en el ciclo en que este se encuentre en ese momento. De esta manera, el proceso de corte, lijado y ensamble se realizará de manera continua y cíclica para

garantizar aprovechar los tiempos muertos y optimizar las operaciones de corte, que son las que más tiempo de procesamiento requiere en la planta.

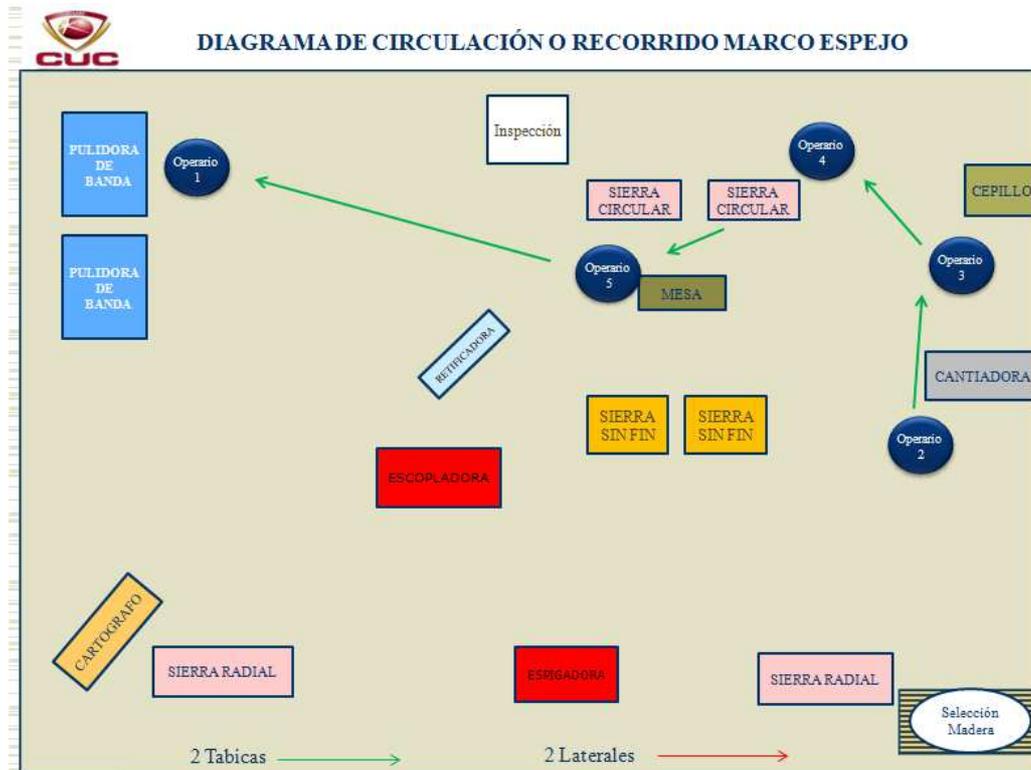


Figura 26. Movimiento cíclico en las operaciones de corte y lijado

5.3.3. Programación y control de Inventarios

En el desarrollo del proyecto se pudo constatar que la compañía no cuenta con un sistema de control de inventarios. Se conoce cuánta cantidad de material se requiere para la fabricación de las distintas referencias. Sin embargo, a los operarios les es entregado un determinado lote de insumos y materiales, pero no se cuenta con un control que permita llevar un registro de su utilización y su efecto en el inventario de materiales de la empresa, el cual no se encuentra programado de acuerdo con el movimiento del mismo, sino que se realizan las compras en el momento en que se requiere, lo que puede llevar en un

Materiales	Unidad de Medida	Costo	%	Precio	pn 5%	Bienes 16%
Puntilla 2"	Un	\$ 3.000				
Pintura Poliuretano R20	1/4 gal	\$ 25.000				
Triple No. 12	Un	\$ 9.000				
MDF de 15	Un	\$ 12.000				

Figura 28. Modulo Materiales

El siguiente módulo permite contar con un listado de todos los materiales que utiliza la empresa para la fabricación de sus productos, definiendo las unidades de medida y costo de cada uno de ellos.

Orden de Comp	Material o Herramienta	Fecha de entrada	Unidad de Medida	Cantidad
2145	Pintura Poliuretano R20	30/06/2011	1/4 gal	50
2540	Pintura Poliuretano R20	30/06/2011	1/4 gal	10
2540	Triple No. 12	30/06/2011	Un	20
2540	Puntilla 2"	01/07/2011	Un	60
3011	Pintura Poliuretano R20	01/07/2011	1/4 gal	30
3011	Triple No. 12	01/07/2011	Un	10
3011	MDF de 15	22/08/2011	Un	10
3012	Triple No. 12	31/08/2011	Un	10

Figura 29. Modulo Entrada de Materiales y Herramientas

El siguiente módulo permite llevar un control de las órdenes de compra, llevando un seguimiento en el consecutivo de cada una de ellas, los materiales que se adquirieron, las cantidades y fechas en que éstas ingresaron a la empresa así como la cantidad específica de cada producto de la orden de compra.

Centro de trabajo	Material o Herramienta	Fecha de U	Orden de Producción	mes	Unidad de Medid	Cantidad Usa	valor
Pintura	Pintura Poliuretano R20	30/06/2011		Jun-11	1/4 gal	10	
Armado	Puntilla 2"	30/06/2011		Jun-11	Un	2	
Corte	Triple No. 12	30/06/2011		Jun-11	Un	5	
Armado	Puntilla 2"	30/06/2011		Jun-11	Un	10	
Pintura	Pintura Poliuretano R20	30/06/2011		Jun-11	1/4 gal	5	
Corte	Triple No. 12	30/06/2011		Jun-11	Un	5	
Corte	Triple No. 12	30/06/2011		Jun-11	Un	5	
Corte	Triple No. 12	31/08/2011		Ago-11	Un	2,5	
				Ene-00			
				Ene-00			
				Ene-00			

Figura 30. Modulo Uso de los materiales y herramientas

Por último, la empresa encontrará el módulo de Stock, que le llevará un control sobre cuánta cantidad de cada material y/o herramienta debería tener en almacén, teniendo en cuenta la entrada de materiales y la utilización del mismo en los procesos de fabricación.

La herramienta se encuentra en uso y se están realizando modificaciones para ajustar el control a cada operario, de manera que pueda incluir en la herramienta la cantidad de materiales y herramientas que utiliza cada operario y así llevar un control mucho más estricto en el uso de materiales.

control de inventario - Original [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Tahoma 8 Ajustar texto General

Portapap... Fuente Alineación Combinar y centrar Número Formato condicional Dar formato como tabla Estilos celda Estilos

Advertencia de seguridad Las macros se han deshabilitado. Opciones...

C4 Nombre de la Obra

Stock

	Materiales o Herramientas	OC	Unidad de Medida	Cantidad en Stock	Valor Unit. (Costo)	Valor Total (Costo)	Valor Unit. (Precio)	Valor Total (Precio)
7	Puntilla 2"	2145	Un	48	\$ 3.000	\$ 144.000	\$ 0	\$ 0
8	Pintura Poliuretano R20	2540	1/4 gal	75	\$ 25.000	\$ 1.875.000	\$ 0	\$ 0
9	Triple No. 12	2540	Un	22,5	\$ 9.000	\$ 202.500	\$ 0	\$ 0
10	MDF de 15	2540	Un	10	\$ 12.000	\$ 120.000	\$ 0	\$ 0
11		3011				#¡VALOR!		#¡VALOR!
12		3011				#¡VALOR!		#¡VALOR!
13		3011				#¡VALOR!		#¡VALOR!
14		3012				#¡VALOR!		#¡VALOR!
15		0				#¡VALOR!		#¡VALOR!
16		0				#¡VALOR!		#¡VALOR!
17		0				#¡VALOR!		#¡VALOR!
18		0				#¡VALOR!		#¡VALOR!
19		0				#¡VALOR!		#¡VALOR!
20		0				#¡VALOR!		#¡VALOR!

Figura 31. Modulo Stock

5.3.4. Estrategias por desarrollar

Por último, se propuso a la empresa implementar un plan de mantenimiento para las máquinas del proceso de corte, lijado y armado. Este plan de mantenimiento preventivo se diseñará con el apoyo de estudiantes del semillero de investigación Producom de la CUC.

De igual manera, y para efectos de eliminar tiempos muertos de procesamiento se ha propuesto a la empresa, diseñar un sistema de clasificación y etiquetado de la madera utilizada en el proceso productivo teniendo en cuenta que los operarios utilizan los elementos residuales de la madera en los procesos de corte, para piezas pequeñas, pero invierten gran parte de tiempo en la recolección de los mismos, y no cuentan con un sistema de clasificación adecuado de los mismos.

Por ello se propone clasificar la madera, tanto la que ingresa en bruto a la empresa como los residuos, ubicándolas en sitios específicos del almacén, de manera que se pueda tener

un mayor control del material a utilizar para cada pieza específica del mueble, se obtenga un mayor aprovechamiento del material y se pueda clasificar de mejor manera los materiales residuales que puedan ser utilizados en el proceso o que se clasifiquen como desechos.

5.4. EFECTO DE LAS IMPLEMENTACIONES.

Para medir el impacto de las implementaciones se procedió a realizar un estudio de tiempos y movimientos sobre la base del nuevo método de trabajo. El estudio se aplicó solamente a la fabricación de mesas y sillas aurora para efectos de establecer un comparativo con la capacidad inicial del proceso. A continuación se presentan los resultados:

5.4.1. Comportamiento actual del Proceso de Corte de mesas

A continuación se presentan los datos obtenidos de tiempos de procesamiento para el corte, lijado y armado de mesas luego de las modificaciones realizadas al proceso.

Método mejorado			
1	15.19	1	16.52
2	17	2	16.7
3	16.4	3	17.12
4	15.8	4	18.12
5	15.5	5	17.4
6	18	6	16.8
7	19.4	7	17.4
8	16.3	8	16.8
9	17.1	9	16
10	15.1	10	16.41
1	16.1	1	15.91
2	15.1	2	15.72
3	14.98	3	16.8
4	16.1	4	17.21
5	14.6	5	16.92
6	15.1	6	17.51

7	14.8	7	18.1
8	15	8	15.9
9	14.6	9	16.7
10	16	10	18
1	16.4	1	17.4
2	15.8	2	16.1
3	19.2	3	15.8
4	17.5	4	16.4
5	15.8	5	18
6	14.8	6	17.41
7	15.8	7	16.52
8	16.3	8	18.21
9	18.4	9	17.63
10	17.4	10	16.41
1	15.85	1	17.41
2	16.31	2	18.4
3	16.5	3	16.45
4	17.91	4	16.41
5	18.4	5	15.92
6	14.9	6	17.42
7	15.8	7	16.53
8	16.1	8	17.51
9	17.31	9	18.12
10	16.45	10	16.83
1	16.52	1	16.31
2	18.14	2	16.4
3	16.71	3	17.24
4	15.91	4	18.15
5	16.41	5	16.41
6	19.2	6	16.1
7	18.1	7	15.41
8	17.1	8	17.2
9	16.4	9	16.31
10	15.9	10	15.91

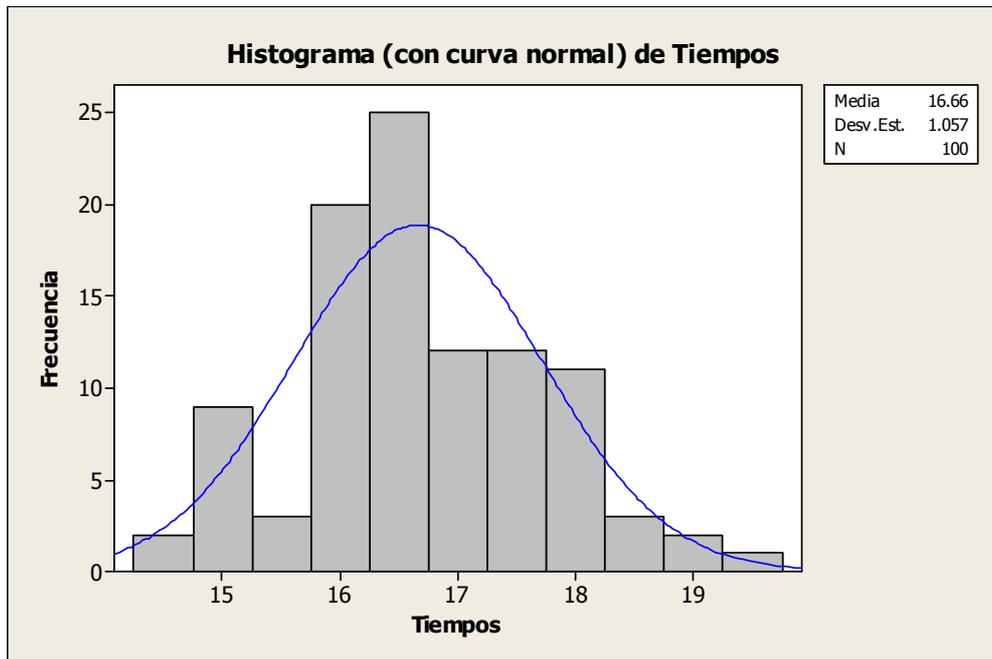


Figura 32. Histograma de Tiempos de procesamiento mesas Aurora posterior a implementaciones

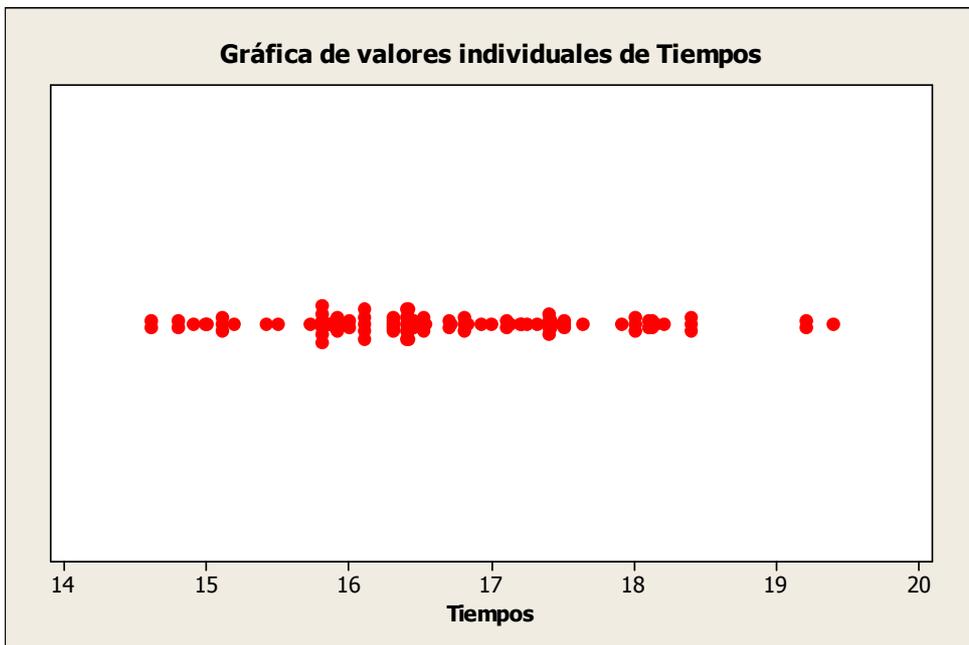


Figura 33. Gráfica de valores individuales de Tiempos de procesamiento mesas Aurora posterior a implementaciones

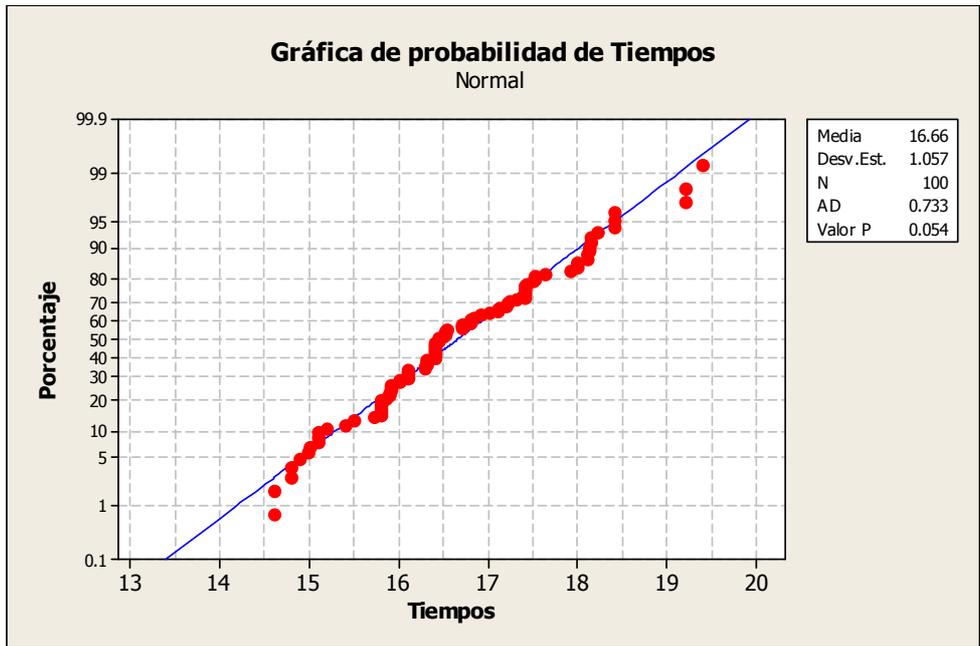
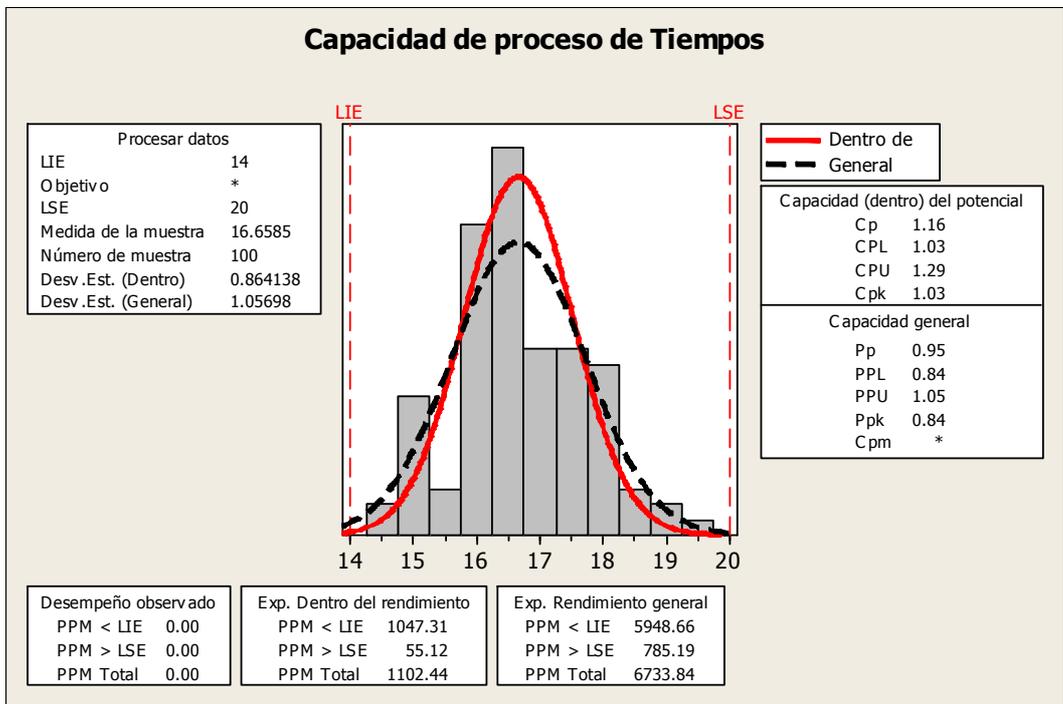


Figura 34. Prueba de normalidad de los datos – Tiempos de corte mesas Aurora luego de implementaciones



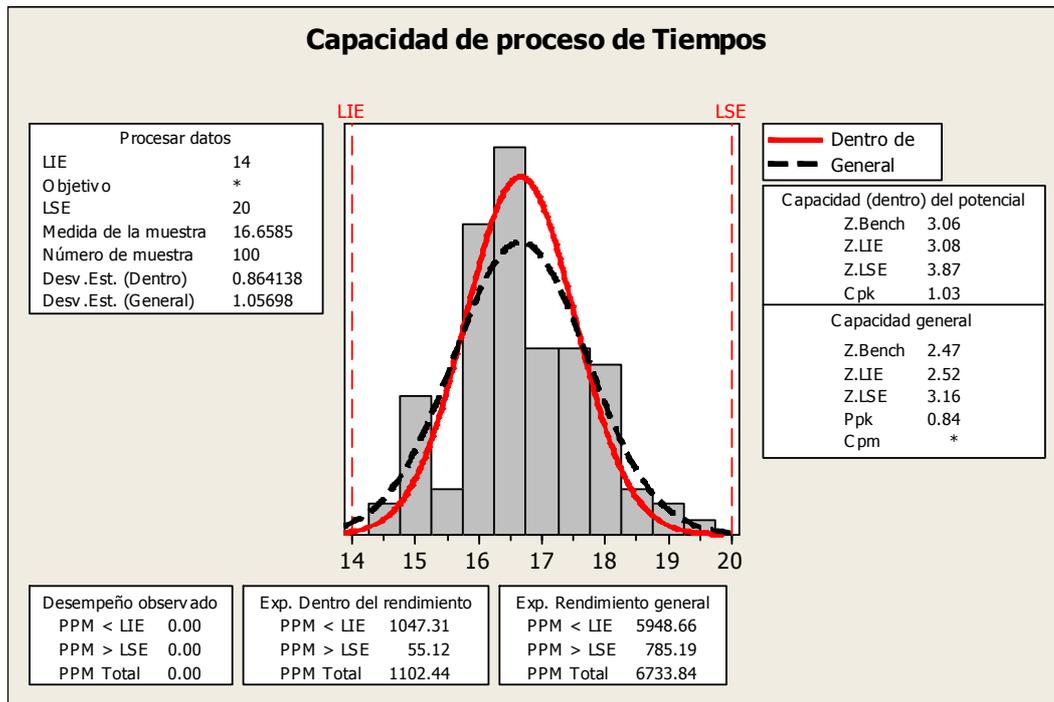


Figura 35. Capacidad del proceso de corte de mesas posterior a implementaciones

5.4.2. Comportamiento actual del Proceso de corte de sillas

A continuación se presentan los datos obtenidos relacionados con el tiempo de procesamiento en corte, lijado y armado para sillas.

Método mejorado			
1	48.66	1	48.5
2	47.9	2	48.71
3	49.2	3	49.1
4	48.78	4	47.49
5	48.5	5	49.35
6	49.5	6	48.74
7	48.78	7	49
8	49.5	8	48.41
9	49.1	9	48.1
10	48.75	10	48.5
1	49.16	1	48.7
2	49.25	2	48.6

3	48.27	3	48.7
4	47.8	4	49.3
5	49.6	5	48.4
6	48.95	6	49.6
7	49.4	7	48.9
8	48.52	8	47.7
9	46.6	9	48.4
10	48	10	49.8
1	48.3	1	49.3
2	47.7	2	48.4
3	48.8	3	47.81
4	49.4	4	48.4
5	47.6	5	48.4
6	48.6	6	47.68
7	47.8	7	48.64
8	48.3	8	49.14
9	49.2	9	48.7
10	49.5	10	48.64
1	47.8	1	49.41
2	48.2	2	48.8
3	48.5	3	48.3
4	49.8	4	48.4
5	47.5	5	47.8
6	48.74	6	49.6
7	47.69	7	48.4
8	48.1	8	49.4
9	49.32	9	48.35
10	48.45	10	48.47
1	48.5	1	48.4
2	49.11	2	48.4
3	48.7	3	48.7
4	47.85	4	48.12
5	48.4	5	48.35
6	48.14	6	48.13
7	47.68	7	48.31
8	49	8	47.25
9	48	9	48.31
10	47.7	10	47.85

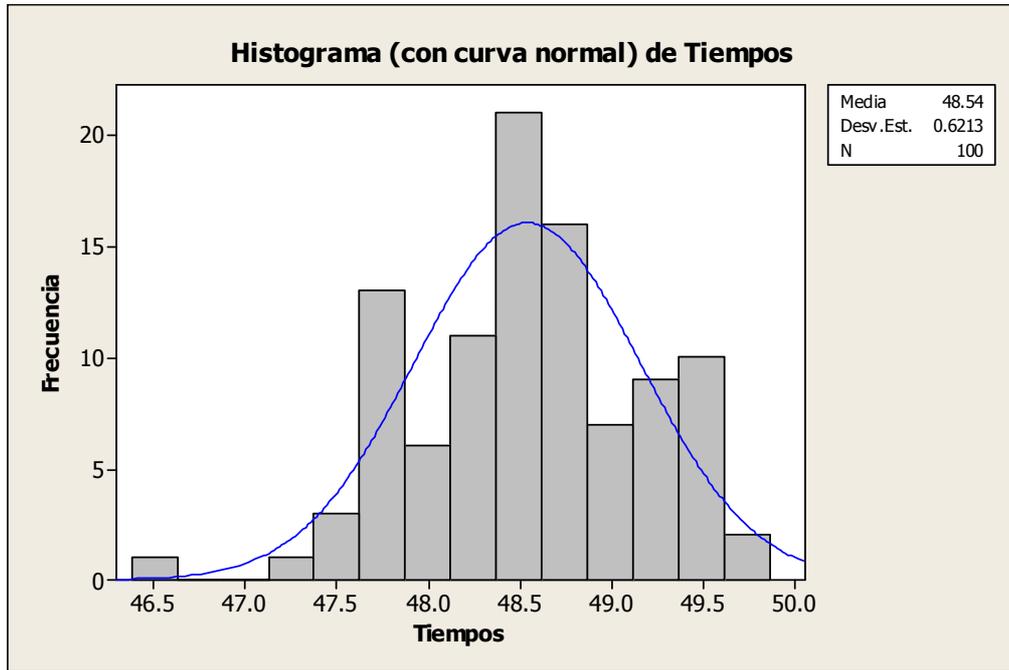


Figura 36. Histograma de tiempos de procesamiento del corte de sillas Aurora después de las implementaciones

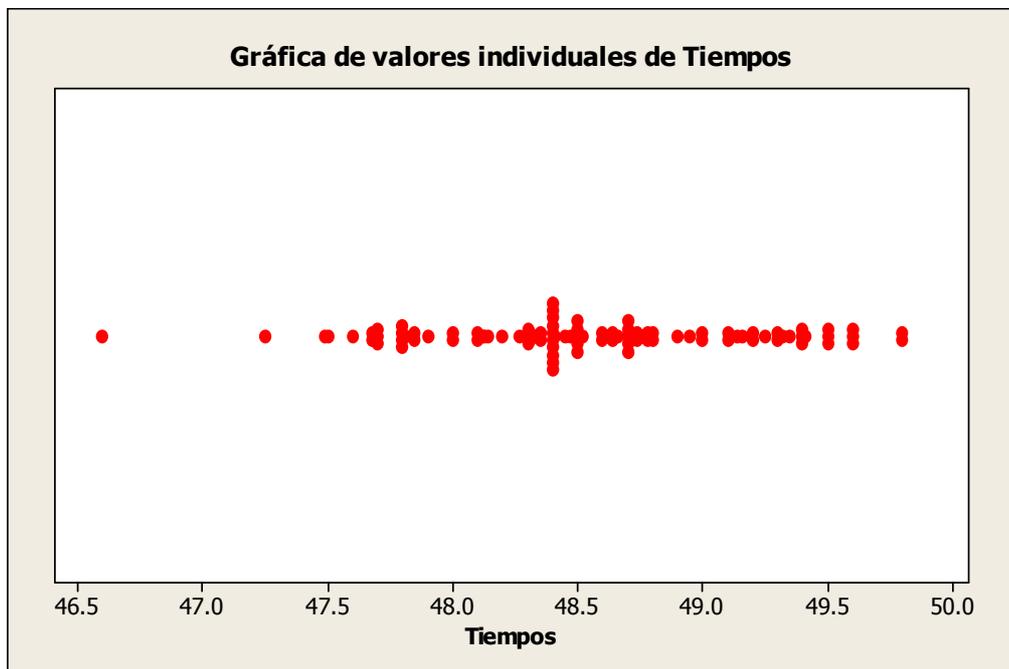


Figura 37. Gráfica de valores individuales de tiempos de corte de sillas Aurora después de implementaciones

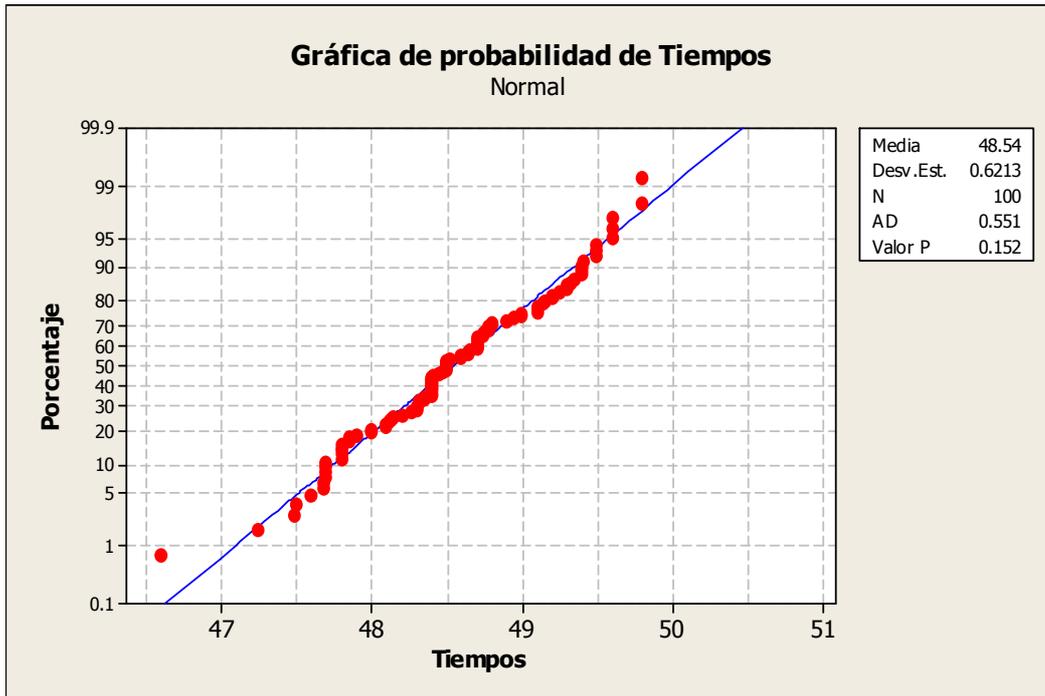
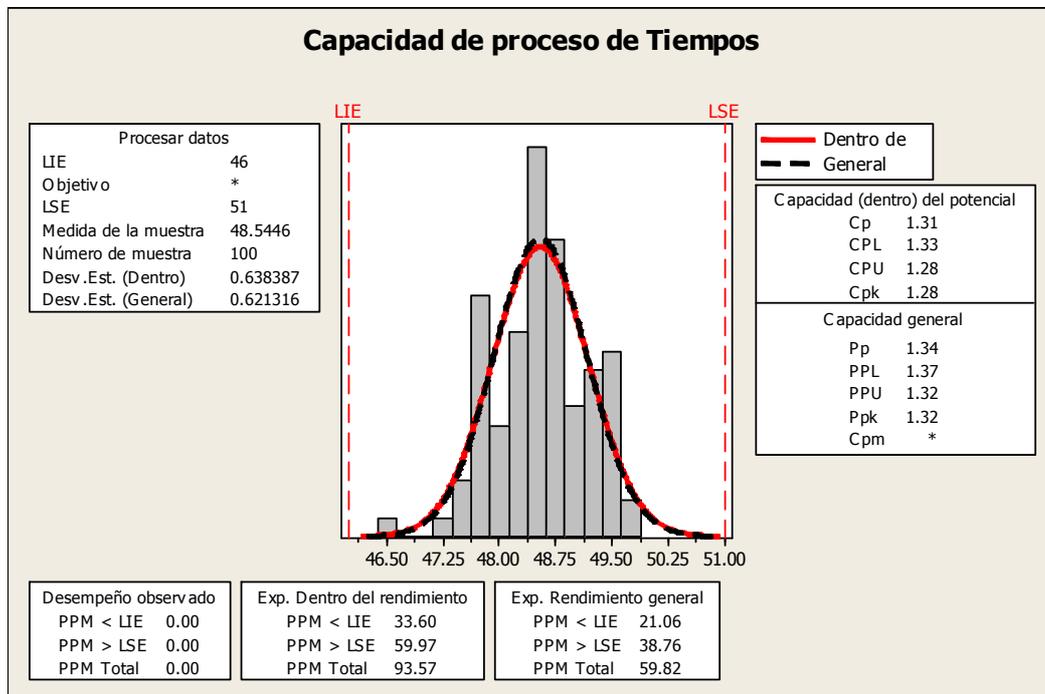


Figura 38. Prueba de normalidad del proceso de corte de sillas Aurora luego de implementaciones



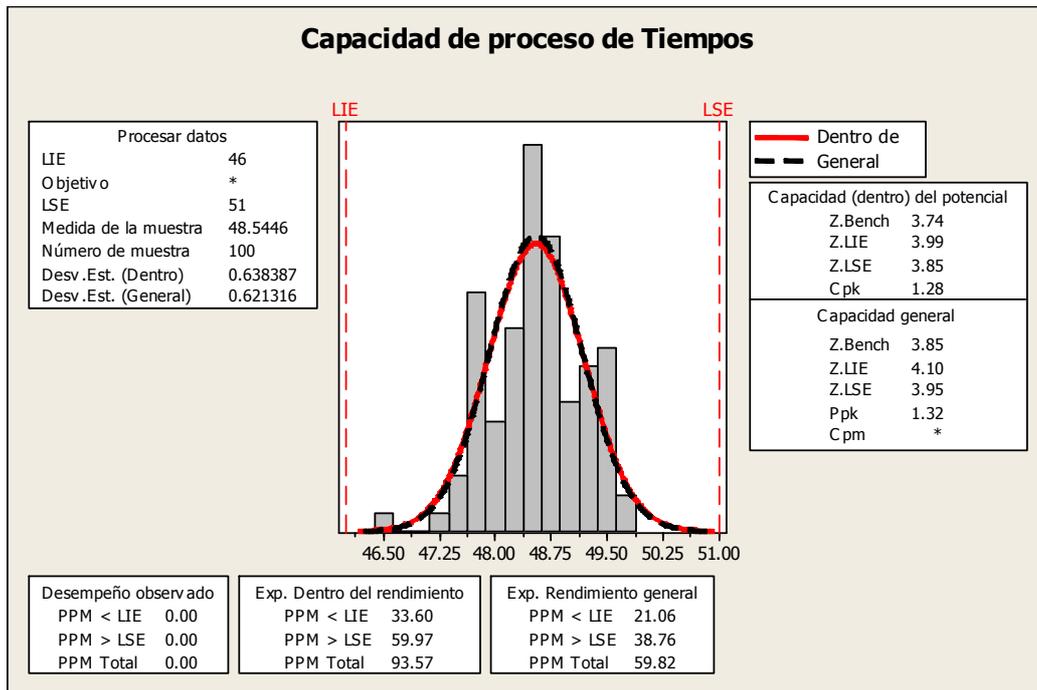


Figura 39. Capacidad del proceso de corte de sillas Aurora posterior a implementaciones

5.4.3. Comparativo del proceso antes y después de las implementaciones

Para la fabricación de Mesas Aurora, luego de las implementaciones se ha logrado pasar de un proceso con media $\mu = 25.56$ a $\mu = 16.66$, lo que representa una disminución del 34.8% en el tiempo de procesamiento, mientras que la desviación estándar pasó de $\sigma=1.11$ a $\sigma=1.057$, lo que representa una disminución del 4.7%.

Por otro lado para la fabricación de Sillas Aurora, luego de las implementaciones se ha logrado pasar de un proceso con media $\mu = 56.47$ a $\mu = 48.54$, lo que representa una disminución del 14% en el tiempo de procesamiento, mientras que la desviación estándar pasó de $\sigma = 0.821$ a $\sigma = 0.621$, lo que representa una disminución del 24.3%.

5.5. FASE DE CONTROL

En esta fase se busca que las mejoras implementadas permanezcan en el tiempo para garantizar el cumplimiento de la meta de programación de operaciones. Para ello, se diseñó un sistema de registro que permita llevar un control de los tiempos de procesamiento, así como de las variables de no conformidad, para evitar que un producto no conforme pase a un sub-proceso siguiente o peor aún, que llegue a la etapa final del proceso productivo, generando sobre costos por reprocesamiento.

Para lograrlo, se propuso la implementación de los siguientes formatos de control.

SEGUIMIENTO A PRODUCCIÓN POR LOTE

FECHA

PROCESO	REFERENCIA	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	UNIDADES FABRICADAS
CORTE				
ARMADO				
PULIDO				
PREPARACIÓN				
TINTILLADO				
PINTURA				
SECADO				
REVISIÓN				
EMPAQUE				
DESPACHO				

Se colocaron a su vez, puntos de control entre los procesos que más generan reprocesos, de manera que se pueda evitar en lo posible que un producto no conforme continúe el proceso de fabricación, y adicionalmente, se pueda llevar un control del tiempo de procesamiento con fines de mejoramiento y programación de operaciones en la planta. Este no ha sido fácil de implementar, pues implica un cambio de cultura de trabajo, más existe el compromiso de la gerencia en su implementación y seguimiento.

Puntos de control: De Corte a Armado							
Nombre del Inspector:			Fecha de inicio:			Fecha de fin:	
Lista de verificación	N°	Armador que entrega	Hora de entrega	Fecha de entrega	Firma	Preparador que recibe	Firma
Medidas fuera de especificación							
Piezas no encajan							
Apliques mal cortados							
Las gavetas no encajan							
Tallas partidas							
Aberturas en las piezas							

Puntos de control: De Armado A Preparación							
Nombre del Inspector:			Fecha de inicio:			Fecha de fin:	
Lista de verificación	N°	Armador que entrega	Hora de entrega	Fecha de entrega	Firma	Preparador que recibe	Firma
Clavos salidos							
Piezas rajadas							
Piezas mal curadas							
Nudos en la parte de atrás							
Corchos curados							
Apliques mal cortados							
Tallas partidas							
Que las gavetas no encajan correctamente							
Chorroado de pegante							
Mal routeadas (hundidos y completo)							
Tiene algun detalle o imperfección							

Puntos de control: De Preparación A Pintura							
Nombre del Inspector:			Fecha de inicio:			Fecha de fin:	
Lista de verificación	N°	Preparador que entrega	Hora de entrega	Fecha de entrega	Firma	Pintor que recibe	Firma
Posee orificios							
Ranuras mal masilladas							
Mal sacada la masilla							
Superficie rayada							
Mal sacada la pasta							
Mal lijado							
Manchado							

Puntos de control: Pintura a Empaque							
Nombre del Inspector:			Fecha de inicio:			Fecha de fin:	
Lista de verificación	N°	Preparador que entrega	Hora de entrega	Fecha de entrega	Firma	Pintor que recibe	Firma
Manchado							
Rayado							
Color no uniforme							
Pintura opaca							
Mal acabado							

5.6. IMPACTO FINANCIERO DEL PROYECTO

Con el proceso antes de intervenir, y luego de recopilar los datos necesarios para determinar su capacidad inicial, se encontró que la fábrica estaba fabricando la referencia Aurora en un promedio de 25.56 minutos para el corte de una mesa, 56.47 minutos para el corte de una silla. El proceso de corte tradicionalmente se realiza por lotes, es decir. Para una orden de pedido en particular, se procede a realizar el corte del total de mesas correspondientes al pedido y luego a realizar el corte del total de sillas requeridas para el pedido. Se encontró que en promedio, se invierten 72 minutos en movimientos y transportes de material en proceso entre cada uno de los equipos de corte y lijado del área en análisis hasta completar el lote.

Teniendo en cuenta estos datos, se puede decir que la empresa estaba en capacidad de fabricar 16 mesas diarias (tomando como base una jornada de trabajo de 8 horas). Ahora bien, este último valor de referencia se toma para efectos de poder realizar un análisis comparativo, pues el valor de hora hombre es indiferente para la gerencia, dado que el sistema de pago es por producción, indistintamente de cuánto inviertan los trabajadores en fabricar un lote. Sin embargo, este tiempo es sumamente importante, porque deriva en definir la capacidad de operación de la fábrica en condiciones normales de trabajo.

Teniendo en cuenta estas observaciones, y haciendo ahora el análisis para el proceso de corte y lijado de sillas, encontramos una capacidad inicial de 6 sillas, teniendo en promedio un total de 140 minutos por conceptos de desplazamiento de productos en proceso.

En total, y sin tener en cuenta los desplazamientos, se venían invirtiendo un total de 251 minutos en el corte y lijado de un juego completo (4 puestos) de la referencia Aurora.

Al estandarizar el proceso y modificar la programación de los cortes, se logró pasar a un proceso en el que se invierten 16.66 minutos para el corte y lijado de una mesa y 48.54 para el corte y lijado de una silla. Se invierten 60 minutos en desplazamientos en el proceso de corte de mesas y de 95 minutos para el corte de sillas.

Teniendo estos datos como referencia, pasamos a una capacidad de 23 mesas diarias y 8 sillas diarias.

En total, y sin tener en cuenta los desplazamientos, se están invirtiendo un total de 210 minutos en el corte de un juego completo (4 puestos) de la referencia Aurora.

En promedio, durante los meses de Enero a Marzo del presente año, la compañía ha fabricado un total de 35 unidades de esta referencia. Cada unidad de la referencia Aurora de 4 puestos genera un ingreso de \$599.999.

Suponiendo que la compañía sólo fabricase referencias Aurora de 4 puestos, trabajando 12480 minutos al mes (8 horas diarias, 26 días al mes), la compañía estaba en capacidad de fabricar 49 unidades completas de referencia Aurora. Asumiendo que la compañía pudiese vender todo lo que fabrique, estaría en capacidad de generar un ingreso de \$29.399.951.

Con las modificaciones en el proceso, en las mismas condiciones, la compañía estaría en capacidad de fabricar 59 unidades completas de la referencia Aurora. Asumiendo que la compañía pudiese vender todo lo que fabrique, estaría en capacidad de generar un ingreso de \$35.399.941.

Estaríamos ahora en capacidad de generar un ingreso adicional de \$5.999.990 mensuales.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Harry, M & Schroeder, R. (2000), *Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. CurrencyPublishers. (USA).
- [2] S. Pande, Peter; P. Neuman Robert; R. Cavanagh, Roland.(2002), *Las claves del Seis Sigma. La implantación con éxito de una cultura que revoluciona un mundo empresarial*, Mc Graw Hill (España).
- [3] *Diario Oficial de la Federación*. del 30 de Julio del 2009.
- [4] Arnheiter, E. D &Maleyeff, J. (2005). *The integration of lean management and six Sigma. The TQM Magazine*, Vol 17 No 1, pp. 5-18.
- [5] Arnheiter, E. D &Maleyeff, J. (2005). *The integration of lean management and six Sigma. The TQM Magazine*, Vol 17 No 1, pp. 5-18.
- [6] Arthur, Jay Lowell (2003), *Guía para el instructor de Six Sigma*, Panorama (México).
- [7] Escalante Vázquez Edgardo J. (2008), *Seis Sigma Metodología y Técnicas*, Limusa (México).
- [8] Escalante Vázquez Edgardo J. (2008), *Seis Sigma Metodología y Técnicas*, Limusa (México).
- [9] De Mast, J. (2003). Quality Improvement from the Viewpoint of Statistical Method.*Quality and ReabilityEngineering International*, Vol 19, No. 4, 255-264.
- [10] Gutiérrez y De la Vara Salazar Román (2004), *Control Estadístico de la calidad y Seis Sigma*, Mc Graw Hill, (México).
- [11] Barba Enric, BoixFrances, Cuatrecasas Luis (2000), *Seis Sigma. Una iniciativa de calidad total*, Gestión 2000 (España).
- [12] [13] Gutiérrez y De la Vara Salazar Román (2004), *Control Estadístico de la calidad y Seis Sigma*, Mc Graw Hill, (México).
- [14] Arthur, Jay Lowell (2003), *Guía para el instructor de Six Sigma*, Panorama (México).
- [15] S. Pande, Peter; P. Neuman Robert; R. Cavanagh, Roland.(2002), *Las claves del Seis Sigma. La implantación con éxito de una cultura que revoluciona un mundo empresarial*, Mc Graw Hill (España)

- [16] Barba, Enric – Boix, Francesc – Cuatrecasas, Lluís - Seis Sigma – Gestión 2000 – 2000
- [17] Chowdhury, Subir – El Poder de Seis Sigma – Prentice Hall – 2001
- [18] Saderra i Jorba, Lluís – El secreto de la calidad japonesa – Marcombo – 1993
- [19] Crosby, Philip B. – Hablemos de calidad – McGraw Hill – 1989
- [20] Plotkin, Hal – Six Sigma. Qué es y cómo utilizarlo – Harvard Business Review /Management Herald – Mayo/2003
- [21] Castro, Cecilia de – Seis Sigma, el último grito de la calidad – Diario Clarín – 31/08/03
- [22] Harry, Mikel – The vision of Six Sigma, case studies and applications – Sigma Publishing Company – 2000
- [23] Hoerl, Roger – Six Sigma and the future of the quality profession – IEEE Engineering Management Review – 1998
- [24] Agut, Joaquim – La qualitat Sis Sigma – Revista de Qualitat – 2000
- [25] Serieyx, Herve – Le Zero Mepris – Inter. Éditions – 1989
- [26] Brue, Greg – Seis Sigma para Directivos – McGraw Hill – 2002

7. ANEXOS

	NORMAS PARA LA ENTREGA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO A LA UNIDAD DE INFORMACION	VERSION: 01
		FECHA: Febrero 2011
		CODIGO:DOC-VACRE-NETGUDI

CARTA DE ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO

Barranquilla, 16 de Abril de 2012

Marque con una X
Tesis Trabajo de Grado

Yo **Luz Dary Vanegas Peña**, identificado con C.C. No. **22.549.787** de Barranquilla,, actuando en nombre propio y como autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado **APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN LA ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN LA EMPRESA AM ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA MEDIANTE LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA** presentado y aprobado en el año **2012** como requisito para optar al título de **INGENIERO INDUSTRIAL**; hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (DVD) y autorizo a la **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA**, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento.

Y autorizo a la Unidad de información, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Corporación Universitaria de la Costa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web de la Facultad, de la Unidad de información, en el repositorio institucional y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la institución y Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato DVD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los 16 días del mes de Abril de Dos Mil Doce 2012

EL AUTOR - ESTUDIANTE.


FIRMA

	NORMAS PARA LA ENTREGA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO A LA UNIDAD DE INFORMACION	VERSION: 01
		FECHA: Febrero 2011
		CODIGO:DOC-VACRE-NETGUDI

CARTA DE ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO

Barranquilla, 16 de Abril de 2012

Marque con una X
 Tesis Trabajo de Grado

Yo **David José Marum Reyes**, identificado con C.C. No.72.286.182 de Barranquilla,, actuando en nombre propio y como autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado **APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN LA ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN LA EMPRESA AM ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA MEDIANTE LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA** presentado y aprobado en el año 2012 como requisito para optar al título de **INGENIERO INDUSTRIAL**; hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (DVD) y autorizo a la **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA**, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento.

Y autorizo a la Unidad de información, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Corporación Universitaria de la Costa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web de la Facultad, de la Unidad de información, en el repositorio institucional y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la institución y Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato DVD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los 16 días del mes de Abril de Dos Mil Doce 2012

EL AUTOR - ESTUDIANTE.



FIRMA

	NORMAS PARA LA ENTREGA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO A LA UNIDAD DE INFORMACION	VERSION: 01
		FECHA: Febrero 2011
		CODIGO:DOC-VACRE-NETGUDI

CARTA DE ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO

Barranquilla, 16 de Abril de 2012

Marque con una X
Tesis Trabajo de Grado

Yo **Luis Gabriel Cabarcas González**, identificado con C.C. No. **72.260.689** de Barranquilla, actuando en nombre propio y como autor de la tesis y/o trabajo de gradotitulado **APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN LA ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN LA EMPRESA AM ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA MEDIANTE LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA** presentado y aprobado en el año **2012** como requisito para optar al título de **INGENIERO INDUSTRIAL**; hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (DVD) y autorizo a la **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA**, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento.

Y autorizo a la Unidad de información, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Corporación Universitaria de la Costa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web de la Facultad, de la Unidad de información, en el repositorio institucional y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la institución y Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato DVD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

El AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los 16 días del mes de Abril de Dos Mil Doce 2012

EL AUTOR - ESTUDIANTE. *Luis Gabriel Cabarcas González*
FIRMA CC 72.260.689

	NORMAS PARA LA ENTREGA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO A LA UNIDAD DE INFORMACION	VERSION: 01
		FECHA: Febrero 2011
		CODIGO:DOC-VACRE-NETGUDI

FORMULARIO DE LA DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS O TRABAJO DE GRADO: APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN LA ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN LA EMPRESA AM ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILOS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA MEDIANTE LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA

AUTOR AUTORES

Apellidos Completos	Nombres Completos
Cabarcas González	Luis Gabriel
Marum Reyes	David José
Vanegas Peña	Luz Dary

DIRECTOR (ES)

Apellidos Completos	Nombres Completos
Harold Alexis	Pérez Olivera

JURADO (S)

Apellidos Completos	Nombres Completos

ASESOR (ES) O CODIRECTOR

Apellidos Completos	Nombres Completos

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO INDUSTRIAL

FACULTAD: INGENIERIA 	NORMAS PARA LA ENTREGA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO A LA UNIDAD DE INFORMACION	VERSION: 01
		FECHA: Febrero 2011
		CODIGO:DOC-VACRE-NETGUDI

PROGRAMA: Pregrado X Especialización

NOMBRE DEL PROGRAMA: INGENIERIA INDUSTRIAL

CIUDAD: Barranquilla **AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO:** 2012

NÚMERO DE PÁGINAS: 134

TIPO DE ILUSTRACIONES:

- | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ilustraciones | <input type="checkbox"/> | Planos |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Láminas | <input type="checkbox"/> | Mapas |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Retratos | <input type="checkbox"/> | Fotografías |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Tablas, gráficos y diagramas | | |

MATERIAL ANEXO (Vídeo, audio, multimedia o producción electrónica):

Duración del audiovisual: _____ minutos.

Número de casetes de vídeo: _____ Formato: VHS _____ Beta Max _____ ¾ _____ Beta Cam _____ Mini DV _____

DVCam _____ DVC Pro _____ Vídeo 8 _____ Hi 8 _____

Otro. Cuál? _____

Sistema: Americano NTSC _____ Europeo PAL _____ SECAM _____

Número de casetes de audio: _____

Número de archivos dentro del DVD (En caso de incluirse un DVD diferente al trabajo de grado):

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS: Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. (En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Unidad de Procesos Técnicos de la Unidad de información en el correo biblioteca@cuc.edu.co, donde se les orientará).

ESPAÑOL

INGLÉS

Seis Sigma

Six Sigma

Defecto

Defect,

Reprocesos

Rework

	NORMAS PARA LA ENTREGA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO A LA UNIDAD DE INFORMACION	VERSION: 01
		FECHA: Febrero 2011
		CODIGO:DOC-VACRE-NETGUDI

Análisis

Analysis

Variación

Variation

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS:(Máximo 250 palabras-1530 caracteres):

Resumen

Desde sus inicios Seis Sigma (Six Sigma) ha sido considerada como una nueva tecnología de mejora de los procesos y servicios que ha logrado impactar en forma significativa en resultados en empresas. El presente trabajo tiene como finalidad el mostrar la manera en que se puede disminuir la variabilidad de un proceso de fabricación de muebles por medio del uso de la metodología Seis Sigma, además de comprobar si es aplicable a una mediana empresa. Este proyecto se llevó a cabo en la empresa ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILO, la cual tenía problemas en el flujo de operaciones y su correspondiente tiempo de ciclo.

Para el desarrollo, se identificaron las variables que afectan el problema; se establecieron métricas y la aplicación del ciclo DMAIC a través del cual se identificaron las causas raíces, lo que permitió encontrar soluciones gracias a la implementación de las mejoras; y se les dio seguimiento en un periodo de 3 meses para estandarizar el proceso, logrando alcanzar las metas planteadas. Para el análisis, se emplearon herramientas del control estadístico de procesos y el uso del software Minitab para el procesamiento y análisis de datos.

Abstract

Six Sigma has been considered a new improvement technology of processes and services since its origins. It has had a meaningful impact on the results in companies. The purpose of this paper is to show how the use of this methodology can reduce the variability in a process of furniture manufacturing. Furthermore, it will be proved if this methodology could be applied in a medium sized- enterprise. This project was carried out at ARDES MUEBLES DISEÑOS Y ESTILO company, which had problems concerning to the flow of operations and his corresponding time of cycle.

For developing this methodology, the variables affecting the problem were identified; metrics and the applications of DMAIC project (that allowed the identification of root causes) were established; and the implementation of improvements made possible the monitoring for a 3 month period to standardize the process to achieve the established goal.

For the statistical analysis, statistical control tools of processes and Minitab software for data processing and analysis were used.