

**MEJORAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA FABRICA LIZ  
MUEBLES DE LA CIUDAD DE BARRANQUILLA.**

**JAZMIN ESTHER MORE BUSTILLO**

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

**BARRANQUILLA**

**2012**

**MEJORAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA FABRICA LIZ  
MUEBLES DE LA CIUDAD DE BARRANQUILLA.**

**JAZMIN ESTHER MORE BUSTILLO**

Trabajo de Grado para optar el título de:  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

Asesor  
**HAROLD PEREZ OLIVERA**

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

## HOJA DE ACEPTACIÓN

### NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

**Jurado**

---

**Jurado**

Barranquilla, 18 de Abril del 2012

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	8
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	9
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
2. LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE MUEBLES .....	11
2.1. LA FABRICACIÓN DE MUEBLES.....	13
2.2. LA CADENA PRODUCTIVA DE LA MADERA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA.....	17
2.3.LA FABRICACIÓN DE MUEBLES DE MADERA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA .....	24
3. METODOLOGÍA LEAN SEIS SIGMA.....	32
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA LIZ MUEBLES.....	51
5. APLICACIÓN DE LEAN SEIS SIGMA EN LA EMPRESA LIZ MUEBLES.....	52
5.1. ESTUDIO DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....	86
5.2. PROGRAMACION Y CONTROL DE INVENTARIOS.....	92
5.3. COMPARATIVO DEL PROCESO ANTES Y DESPUES DE LAS IMPLEMENTACIONES.....	100
6. BIBLIOGRAFÍA.....	106
7. ANEXOS.....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La preparación de la madera en bruto: primer eslabón en la cadena transformadora.....	13
Figura 2. Fabricación de muebles. Una industria de tradición familiar en Barranquilla.....	14
Figura 3. Cambio esperado y necesario en la Capacidad competitiva de los fabricantes .....	26
Figura 4. Diamante competitivo para la actividad de fabricación de muebles de madera de la ciudad de Barranquilla .....	27
Figura 5. Cambio esperado y necesario en la Capacidad competitiva de los fabricantes .....	29
Figura 6. Metodología de Mejoramiento Continuo .....	44
Figura 7. Mapa de Procesos General para la fabricación de muebles.....	56
Figura 8. Mapa de Procesos detallado .....	57
Figura 8. Diagrama de Pareto.....	71
Figura 10. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Silla Aurora. ....	73
Figura 11. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Silla Liverpool. ....	74
Figura 12. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Mesa Aurora .....	75
Figura 13. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Mesa Liverpool .....	76
Figura 14. Diagrama de Recorrido para la fabricación de Marco Espejo .....	77
Figura 16. Movimiento cíclico en las operaciones de corte y lijado.....	79
Figura 17. Modulo de Centros de Trabajo .....	79
Figura 18. Modulo Materiales .....	80
Figura 19. Modulo Entrada de Materiales y Herramientas .....	81
Figura 20. Modulo Uso de los materiales y herramientas .....	82
Figura 21. Modulo Stock .....	82

## **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 LIZ MUEBLES, 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.

### **PALABRA CLAVE**

Seis Sigma, Defecto, Análisis, Variación

## **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 LIZ MUEBLES 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.

## **KEYWORD**

Six Sigma, Defect, Analysis, Variation

## 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.

Liz Muebles es una empresa que se dedica a la fabricación de muebles de madera para el hogar; maneja diferentes líneas de muebles, específicamente juegos de alcoba 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 Liz Muebles, que se dedica a la fabricación de juegos de alcoba 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, la compañía desea saber ¿cuál es la mejor manera de distribuir los procesos productivos de la compañía, de manera que se logre 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.

### **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.

### **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 (Ready to Assemble) 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 básica<sup>1</sup>

El mobiliario o mueble es definido como un conjunto de objetos fijos o móviles, decorativos o de uso, que forman parte de un ambiente confines 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

---

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

- 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
- 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.

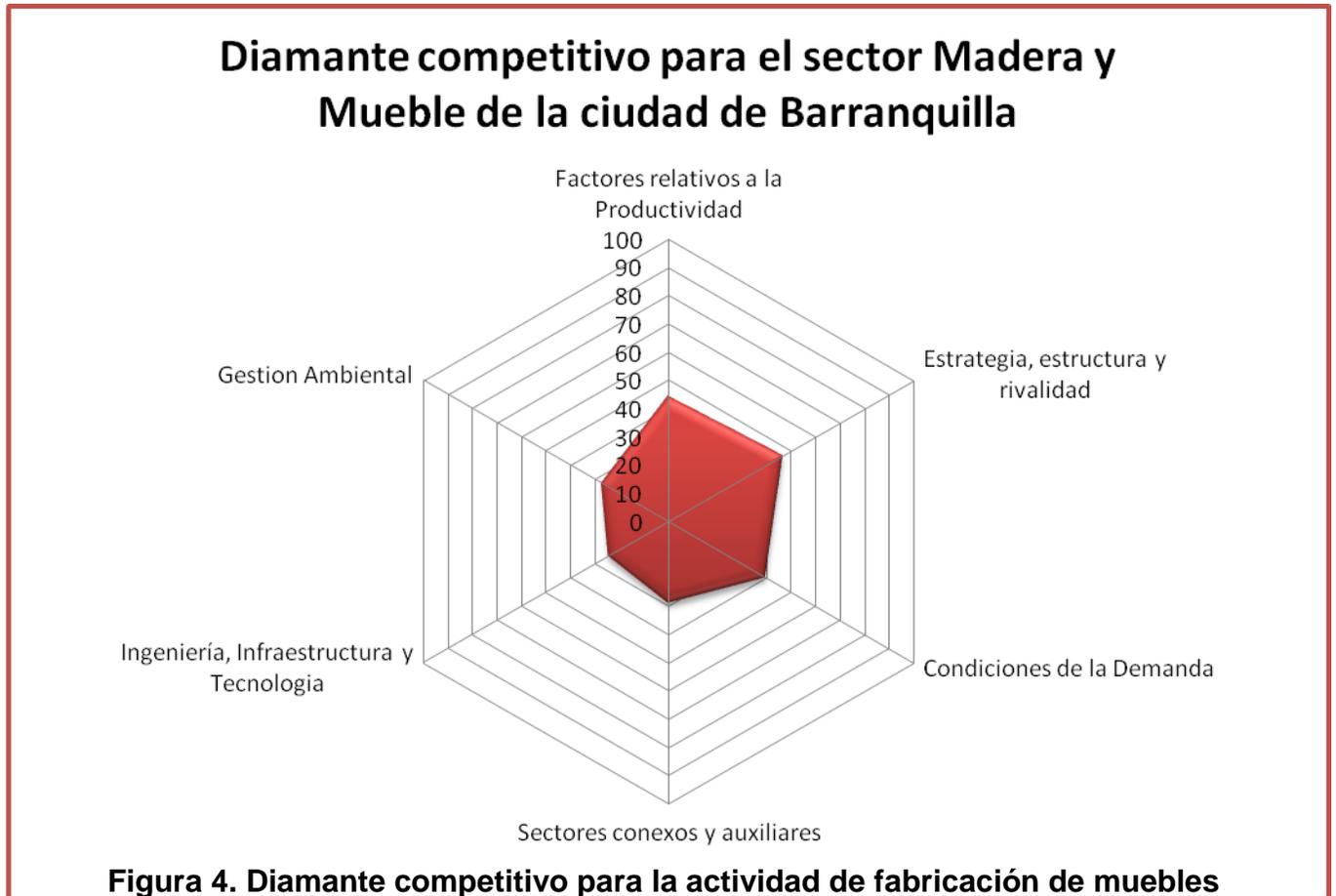


**Figura 3. Cambio esperado y necesario en la Capacidad competitiva de los fabricantes**

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 CIIU 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.

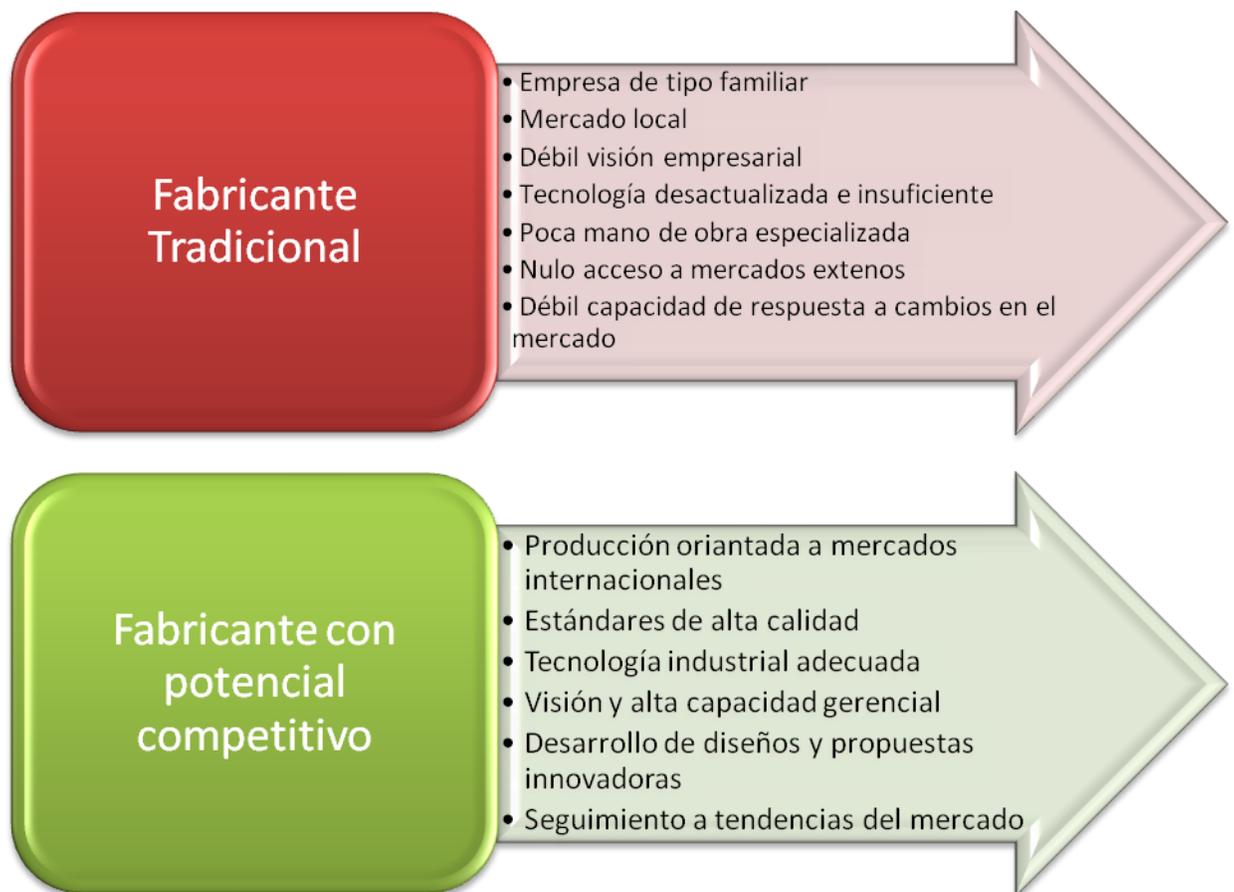


**Figura 4. Diamante competitivo para la actividad de fabricación de muebles de madera de la ciudad de Barranquilla**

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

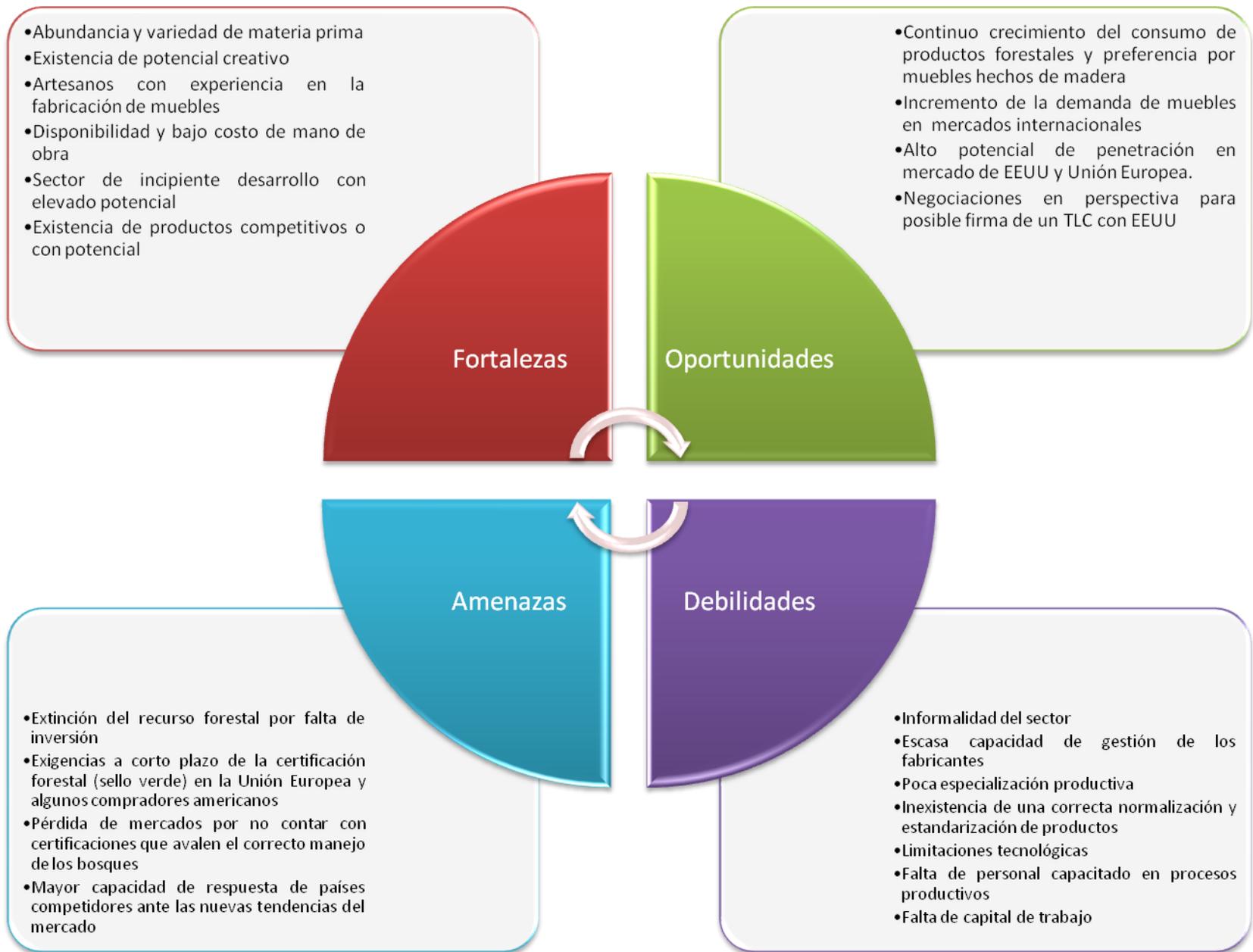
adecuadamente las potencialidades del mercado mundial, buscar posicionarse como un sector de Clase Mundial a largo plazo.

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.

#### **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, Allied Signal 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 defectos<sup>2</sup>. 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.

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

---

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

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.

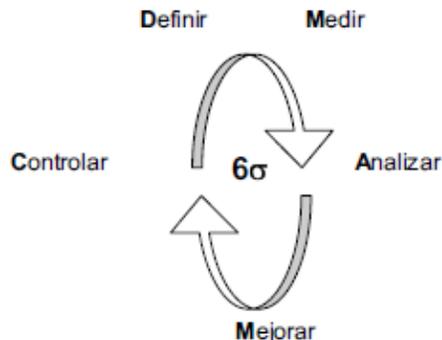
“Seis Sigma, es una estrategia empresarial que utiliza una metodología bien estructurada de mejora continua para abordar la variabilidad del proceso y eliminar el despilfarro a través de la aplicación de técnicas y herramientas estadísticas de una manera rigurosa” Kuel, C-H. y Madu, C.N. (2003) “Susttomer-centric 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 CaiWen Zhang (2007). “Fortification of Six Sigma: Expanding the DMAIC Toolset”

## 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 LIZ MUEBLES

La compañía inició actividades en 1997 incorporándose ese mismo año como proveedor de Muebles Jamar.

La compañía inició con un pequeño grupo de trabajadores y una infraestructura de operación pequeña. En la actualidad cuenta con 44 trabajadores y cuenta con un espacio físico bastante amplio.

El 19 de octubre de 2012 se registró en Cámara de Comercio como empresa formal, y con una mayor infraestructura en materia de equipos y herramientas, ofrece al mercado productos de excelente calidad a sus clientes, especializándose en la fabricación de juegos de alcoba, 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 LIZ MUEBLES

### FASE DE DEFINICIÓN

#### Título del Proyecto

Reducción de los tiempos de procesamiento de la fábrica Liz Muebles de la ciudad de Barranquilla

#### Proceso

Fabricación de juegos de alcoba.

#### Clasificación del proyecto

Procesos - Optimización

#### 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 15% a lo largo de todo el proceso productivo.

## Objetivo del proyecto

Disminuir los tiempos de procesamiento de la fábrica Liz Muebles mediante la utilización de la metodología Seis Sigma.

## Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo está conformado de la siguiente manera:

FUNCIÓN	AFILICACIÓN	NOMBRE
Líder del Proyecto	Black Belt	Harold Pérez Olivera
Miembro del equipo	Green Belt	Yulman Alfaro
Miembro del equipo	Gerente de la compañía	Luis Echeverry
Miembro del equipo	Estudiante de apoyo	Jazmín Moré

## 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 desplazamientos para la fabricación de juegos de alcoba a lo largo del proceso productivo.

**Unidad:** Tiempo de desplazamientos entre procesos productivos para la fabricación de un juego de alcoba

## 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.

## DEFINICIÓN DE CTS

CTS	Cientes	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

# 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			
	Espanja/espumado			
	Materiales metálicos prefabricados			

## 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 alcoba.

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



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

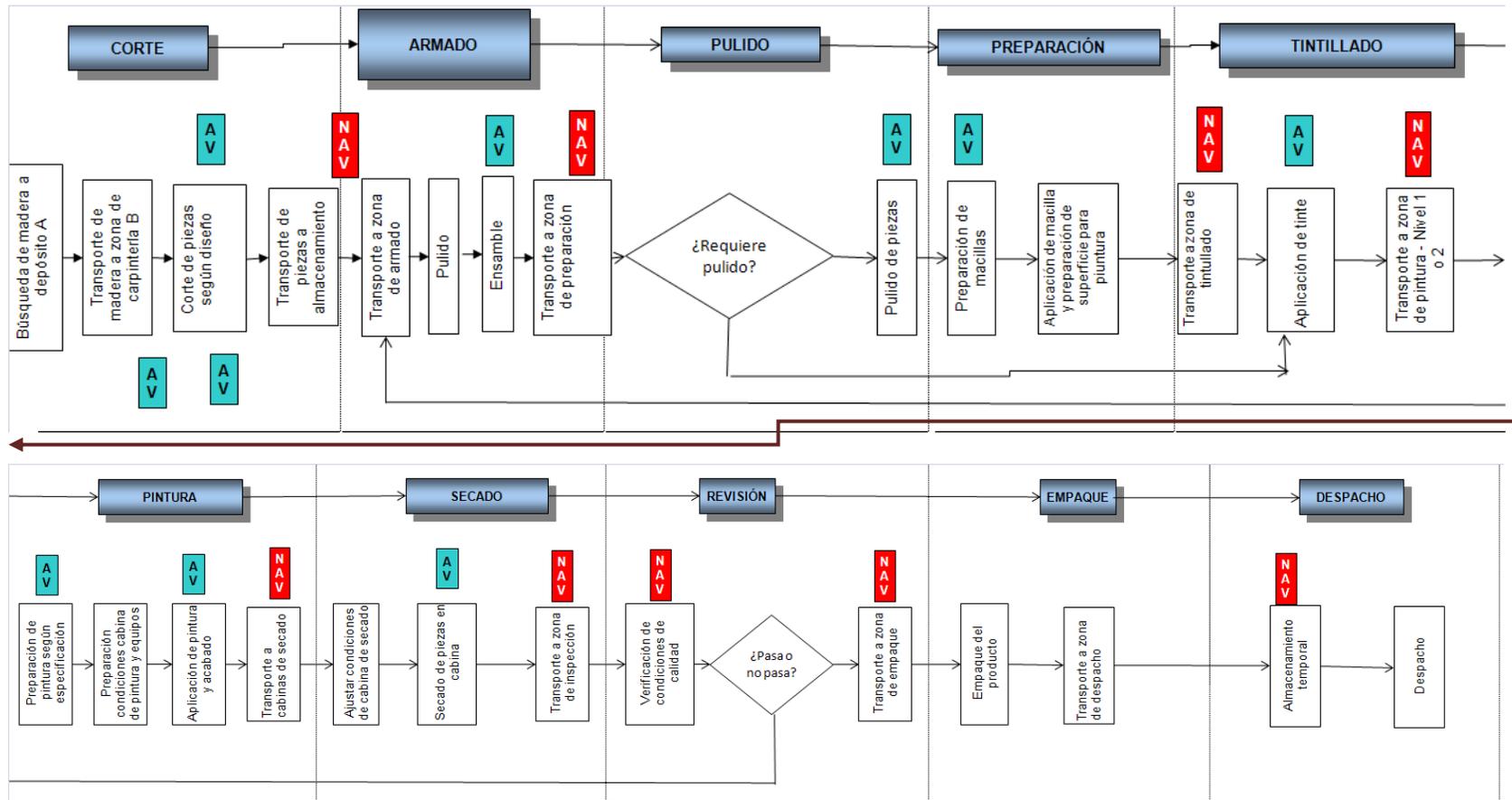


Figura 8. Mapa de Procesos detallado

## 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

## Definición Matriz Causa & Efecto

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
----------------------

Importancia (1 a 10)			Total
9	10	8	

1	Traslado de producto en proceso	10	10	9	262
2	Documentación del proceso	10	10	8	254
3	Distancias recorridas entre estaciones de trabajo	10	10	8	254
4	Movimientos de producto entre niveles	10	10	8	254
5	Traslado de producto final	10	10	7	246
6	Calidad de la madera	9	9	9	243
7	Experiencia operario de lijado	9	9	9	243
8	Operación inadecuada	9	9	9	243
9	Orden y limpieza	10	10	6	238

10	Espacio disponible de trabajo por operario	10	10	6	238
11	Distribución de áreas de trabajo	10	10	6	238
12	Condiciones de almacenamiento	10	10	5	230
13	Diseño inadecuado de instalaciones	10	10	5	230
14	Conocimiento del proceso de corte	9	9	7	227
15	Uniformidad de los procesos	9	9	7	227
16	Traslado de materia prima	10	10	4	222
17	Traslado de materias primas	10	10	4	222
18	Traslado de insumos	10	10	4	222
19	Operación inadecuada de ensamble	9	9	6	219
20	Motivación del personal	8	8	8	216
21	Actitud del trabajador	8	8	8	216
22	Diseño adecuado proceso de ensamble	9	9	5	211
23	Falta de orden en el área de trabajo	9	9	5	211
24	Conocimiento dy experiencia operarios de pintura	8	8	7	208
25	Calidad herramientas de corte	9	7	7	207
26	Proceso adecuado de pegado	7	7	9	205
27	Experiencia del operador de corte	8	8	6	200
28	Experiencia de operarios de preparación	8	8	6	200
29	Fatiga	8	8	6	200
30	Número de trabajadores por estación de trabajo	8	8	6	200
31	Estándar proceso de lijado	9	9	2	187
32	Proceso inadecuado de corte	8	8	4	184
106	Conocimiento y experiencia del operario de armado	8	8	4	184
107	Diseño de piezas para corte	8	7	5	182
108	Estandarización del proceso de corte	7	7	6	181
109	Uniformidad en el proceso de aplicación de la pintura	6	6	8	178
110	Existencia de procedimientos	7	7	5	173
111	Falta de capacitación	7	7	5	173
112	Estándar procesos de armado	8	8	2	168
113	Definición de roles y procedimientos	8	8	2	168

114	Diseño inadecuado	7	7	4	165
115	Condiciones de confort	7	7	4	165
116	Proceso de preparación	6	6	6	162
117	Inventario suficiente de material	8	8	1	160
118	Delimitación zonas de almacenamiento	8	8	1	160
119	Condiciones de seguridad	7	7	3	157
120	Condiciones de operación equipos de tinte	6	6	5	154
121	Desconocimiento de funciones inherentes al cargo	6	6	5	154
122	Omisión de procedimientos	6	6	5	154
123	Ergonomía del puesto de trabajo	6	6	5	154
124	Tiempo de secado pegantes	5	5	7	151
125	Calidad y mantenimiento de equipos para preparación	6	6	4	146
107	Mantenimiento equipos para tintillado	5	5	6	143
108	Mantenimiento herramientas de pulido	5	5	6	143
109	Tiempo de secado	5	5	6	143
110	Trazabilidad del producto	5	5	6	143
111	Cantidades de insumos necesarios para preparación	7	7	1	141
112	Ergonomía del área y proceso de armado	7	7	1	141
113	Ubicación de equipos y herramientas	7	7	1	141
114	Insumo de ensamble adecuado	7	6	2	139
115	Cantidad insumo para ensamble utilizado en proceso	7	6	2	139
116	Conocimiento y experiencia operario de tinte	5	5	5	135
117	Condiciones equipos de pintura	5	5	5	135
118	Estado boquilla	5	5	5	135
119	Mantenimiento equipos de pintura	5	5	5	135
120	Calidad insumos para preparación	4	4	7	132
121	Condiciones de operación pintura	6	6	2	130
122	Ergonomía proceso de pintura	6	6	2	130
123	Falta de herramientas	6	6	2	130

124	Experiencia operario de empaque	5	5	4	127
125	Condiciones de manipulación de materiales o productos	5	5	4	127
126	Estado herramienta de pulido	4	4	6	124
127	Tratamiento del mueble en el empaque	4	4	6	124
128	Manejo adecuado del mueble	4	4	6	124
129	Proceso inadecuado de aplicación del tinte	5	3	6	123
130	Organización del área de almacenamiento	6	6	1	122
131	Calidad del pegamento	3	3	8	121
132	Herramientas adecuadas para proceso de armado	6	5	2	120
133	Almacenamiento de productos en proceso	5	5	3	119
134	Estado cabinas de pintura	4	4	5	116
135	Homogeneidad de la macilla	3	3	7	113
136	Calidad insumos para proceso de armado	5	5	2	111
137	Proceso de empaque	5	5	2	111
138	Falta de señalización de áreas de trabajo	5	5	2	111
139	Humedad proceso de pintura	4	4	4	108
140	Etiquetado productos almacenados	5	5	1	103
141	Equipos para manipulación y transporte	5	5	1	103
5	Calidad pintura	2	2	8	102
6	Cantidad de pintura utilizada	2	2	8	102
7	Condiciones de aislamiento cabinas de secado	4	4	3	100
8	Orden y limpieza en zona de empaque	4	4	3	100
9	Uniformidad proceso de aplicación de la pintura	2	2	7	94
10	Manejo de elementos y dispositivos para proceso de empaque	4	4	2	92
11	Tiempo secado de macilla	2	2	6	86
12	Temperatura en proceso de pintura	2	2	6	86
13	Condiciones de limpieza cabinas de secado	2	2	5	78
14	Equipos de medición, inadecuados	2	2	5	78

15	Humedad de la madera	1	1	7	75
16	Combinación químicos para preparación de tinte	1	1	7	75
17	Calidad tintas	1	1	7	75
18	Almacenamiento pintura	1	1	7	75
19	Condiciones cabinas de secado	3	3	2	73
20	Temperatura ambiente	2	2	4	70
21	Almacenamiento tintas	1	1	6	67
22	Mantenimiento herramientas de corte	1	1	6	67
23	Combinación insumos para preparación de pintura	1	1	6	67
24	Almacenamiento de insumos	3	3	1	65
25	Ciclo de uso de insumos para lijado	1	1	5	59
26	Frecuencia de mantenimiento equipos de pintura	1	1	5	59
27	Cantidad de tinte utilizado	0	0	7	56
28	Falta de mantenimiento de instalaciones	2	2	2	54
29	Calidad insumos para proceso de pulido	1	1	4	51
30	Condiciones de seguridad del trabajador en pintura	1	1	4	51
31	Almacenamiento pegamento	2	2	1	46
32	Tipo de embalaje	2	2	1	46
33	Tipo de proceso de secado	1	1	3	43
34	Estado y mantenimiento de bombillas de secado	1	1	3	43
35	Temperatura cabinas de secado	1	1	2	35
36	Homogeneidad en el empaque	1	1	2	35
37	Condiciones del embalaje	1	1	2	35
38	Insumos químicos adecuados	0	0	4	32
39	Frecuencia de cambio bombillas cabina de secado	1	1	1	27
<b>Total</b>		<b>5985</b>	<b>6570</b>	<b>4632</b>	<b>17187</b>

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

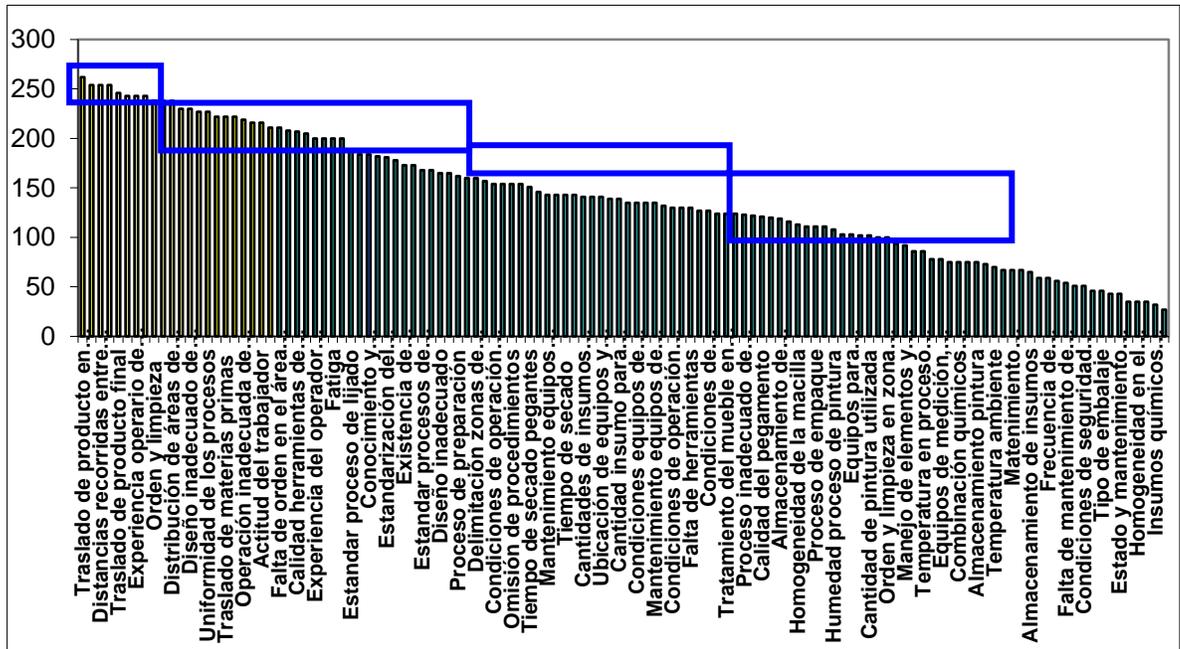


Figura 9. Diagrama de Pareto

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	Traslado de productos en proceso	La distribución en planta actual de la empresa, a pesar de contar con espacios físicos amplios, conlleva a desplazamientos entre zonas de trabajo que afectan el tiempo de procesamiento

	Causa	Descripción
		total.
2	Distancias recorridas entre estaciones de trabajo	La ubicación de las zonas de trabajo no tuvo en cuenta el flujo de proceso, por lo que existen demasiados movimientos prolongados y en algunos casos peligrosos entre las estaciones de trabajo
3	Movimientos de producto entre niveles	La empresa cuenta con dos flujos de proceso, especialmente en las últimas operaciones (preparación, tintillado y pintura). Sin embargo estas implican desplazamientos en dos niveles que hacen ineficiente el proceso

Dado que las principales variables que afectan en este momento la organización de los procesos y los tiempos de operación, se procedió a realizar un levantamiento de los planos actuales de la fábrica.

Luego, una vez realizado el levantamiento de la distribución actual de la planta, se procedió a realizar los diagramas de Flujo del proceso a lo largo de la planta. De esa manera se lograron identificar los principales problemas relativos al desplazamiento de los productos en proceso, encontrando múltiples reprocesos, movimientos innecesarios y repetitivos, así como un proceso con puntos críticos de seguridad tanto para los productos en proceso como para los operarios.

A continuación se presentan los diagramas de Flujo de la empresa en las condiciones iniciales.

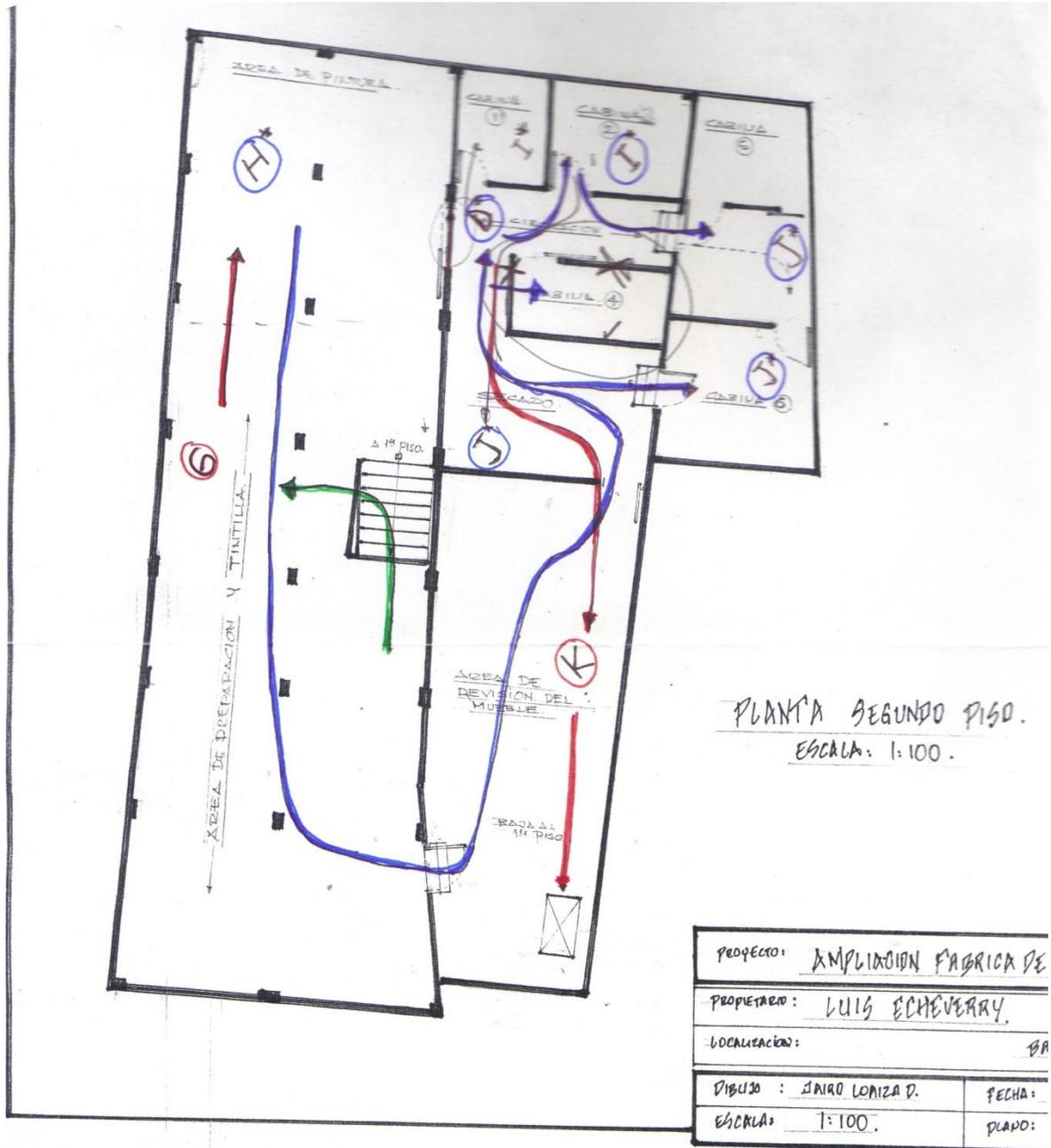


Figura 11. Ubicación de las zonas de trabajo en la primera planta





Figura 13. Flujo de operaciones en la segunda planta



En la segunda planta de la fábrica se realizan las operaciones de preparación, tintilla, pintura y luego baja el mueble al primer piso a la zona de empaque.

Tal como se muestra en las gráficas anteriores, existen trayectos demasiado largos entre las estaciones de trabajo, las cuales no están distribuidas acorde al flujo del proceso, y por tanto generan movimientos innecesarios, reproceso y tiempos de operación altos por concepto de movimiento de materiales, trabajadores y producto en proceso a lo largo de todas las etapas de fabricación. Veamos ahora algunas fotografías que dan muestra de las condiciones iniciales de operación en la fábrica.

**Figura 14. Zonas de almacenamiento de material – Condiciones iniciales**





**Figura 15. Zonas de Corte y Lijado – Condiciones iniciales**





**Figura 16. Zonas sub utilizadas – Condiciones iniciales**



**Figura 17. Zonas de Armado – Condiciones iniciales**



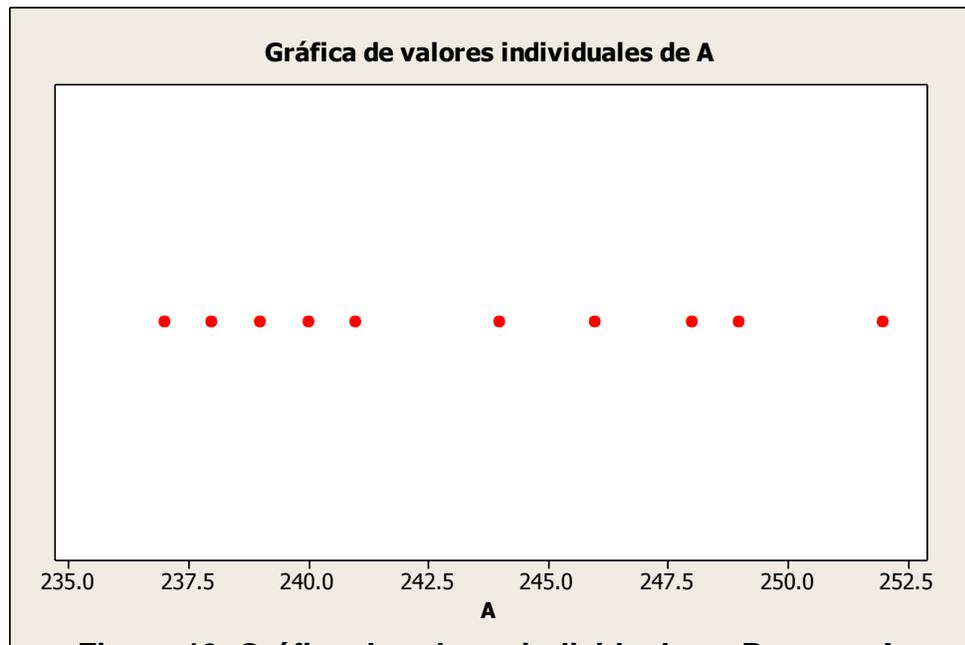
**Figura 18. Zonas de Pintura primer y segundo nivel – Condiciones iniciales**

Con base en la distribución inicial y el flujo del proceso se procedió a realizar una toma de tiempos relativos a los desplazamientos necesarios a lo largo del proceso productivo. Los resultados se presentan a continuación.

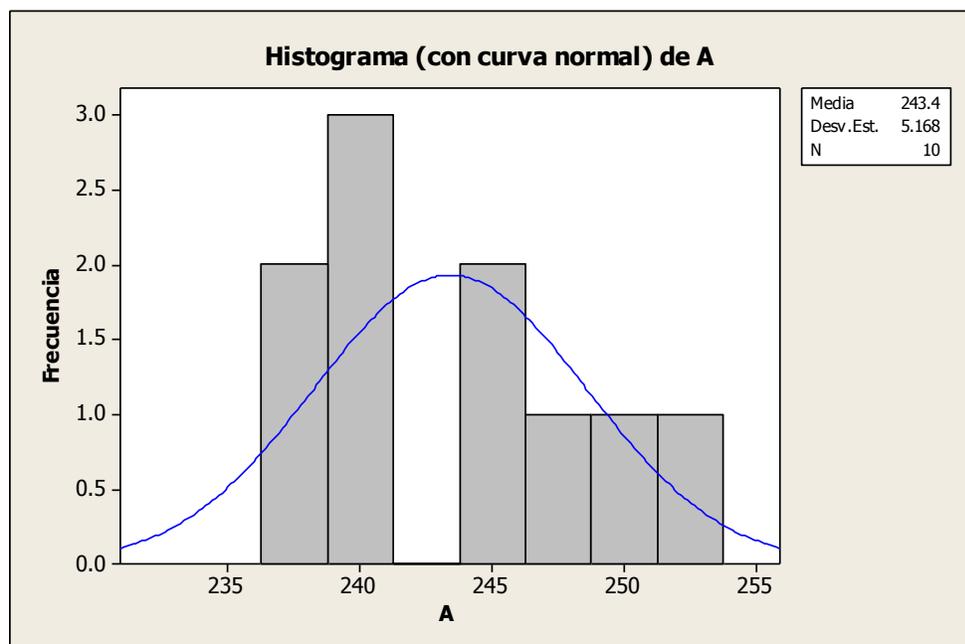
PROCESO PROCESO		
	A	B
1	240	343
2	238	337
3	244	338
4	249	341
5	237	340
6	241	338
7	252	339
8	248	339
9	246	341
10	239	340

Se entiende por proceso A, el flujo de proceso realizado en el primer nivel, y como proceso B, el flujo de operaciones que requiere de subir al segundo nivel para luego regresar al primero. Los tiempos están dados en segundos y corresponden a desplazamientos a velocidad normal de desplazamiento del operario sin carga alguna.

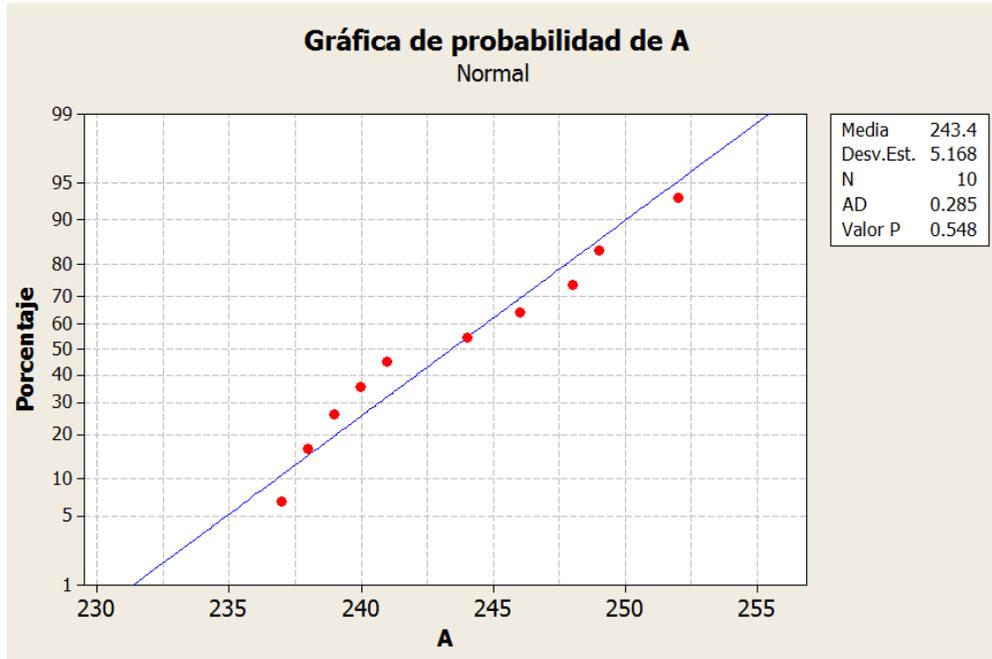
Con base en los datos observados se obtienen los siguientes resultados.



**Figura 19. Gráfica de valores individuales – Proceso A**

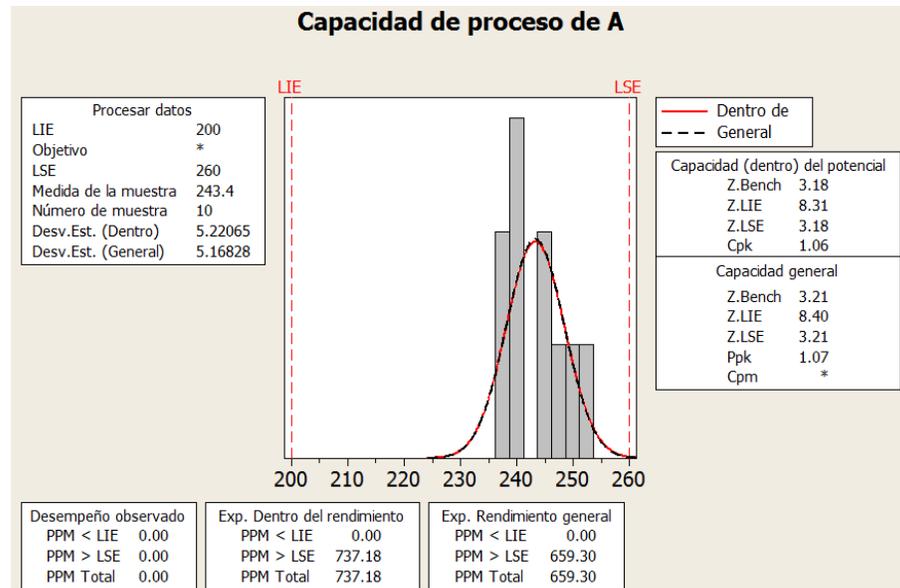


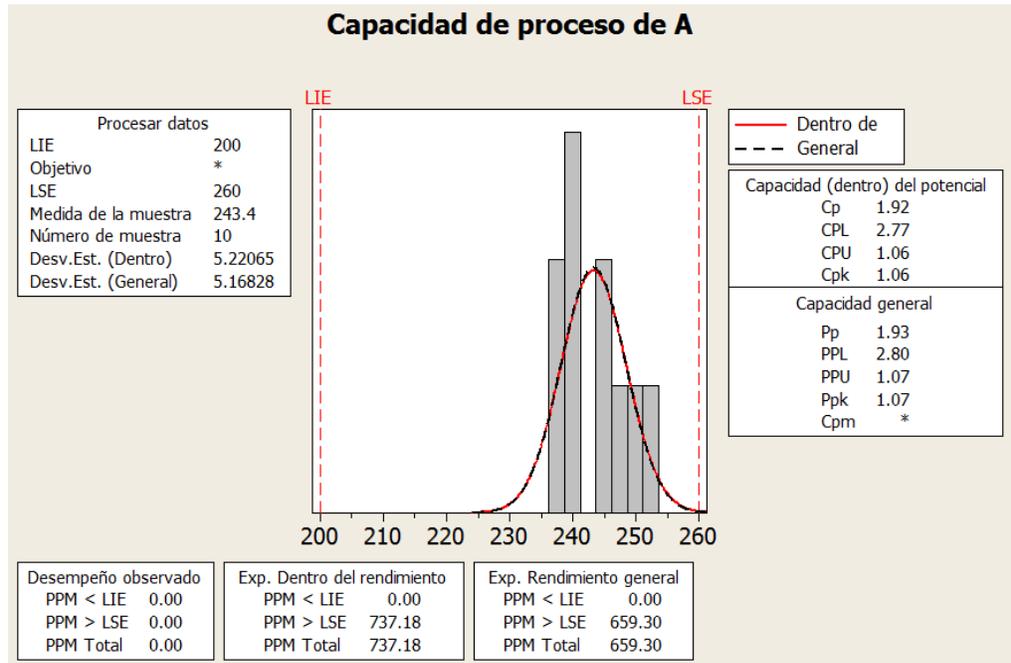
**Figura 20. Histograma – Proceso A**



**Figura 21. Prueba de Normalidad de los datos – Proceso A**

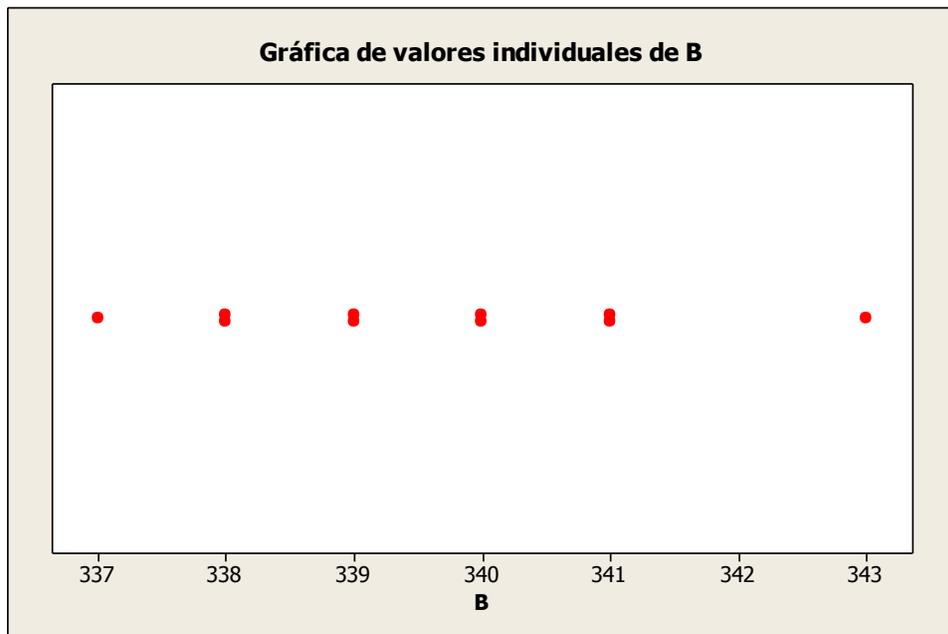
Se observa un proceso con media de 243.4 segundos y desviación estándar de 5.16, con valor P de 0.548 por lo cual se puede confirmar la normalidad de los datos y por consiguiente se puede proceder con el estudio de los datos.



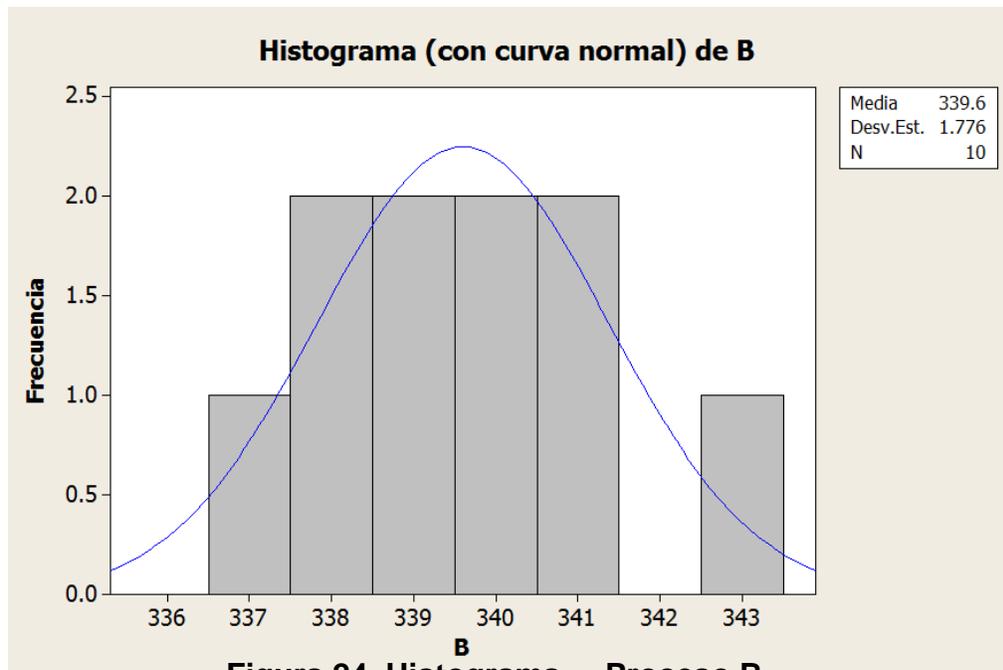


**Figura 22. Cálculo de capacidad – Proceso A**

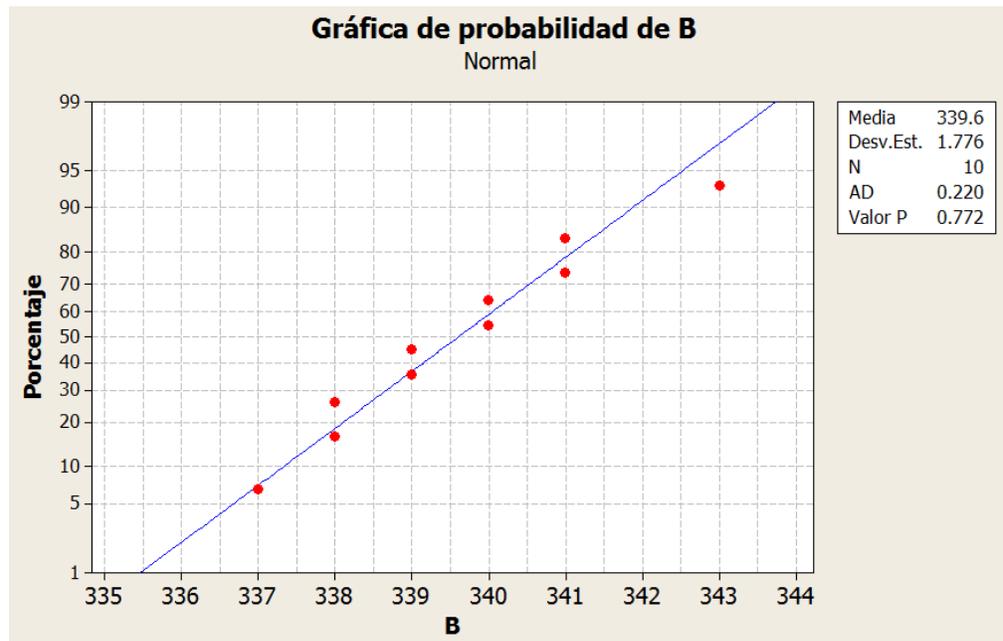
Para el flujo de procesos A se obtiene entonces un proceso con media de 243 segundos, un  $C_p = 1.92$ ,  $C_{pk} = 1.06$ ,  $P_p = 1.93$  y  $P_{pk} = 1.07$



**Figura 23. Gráfica de valores individuales – Proceso B**

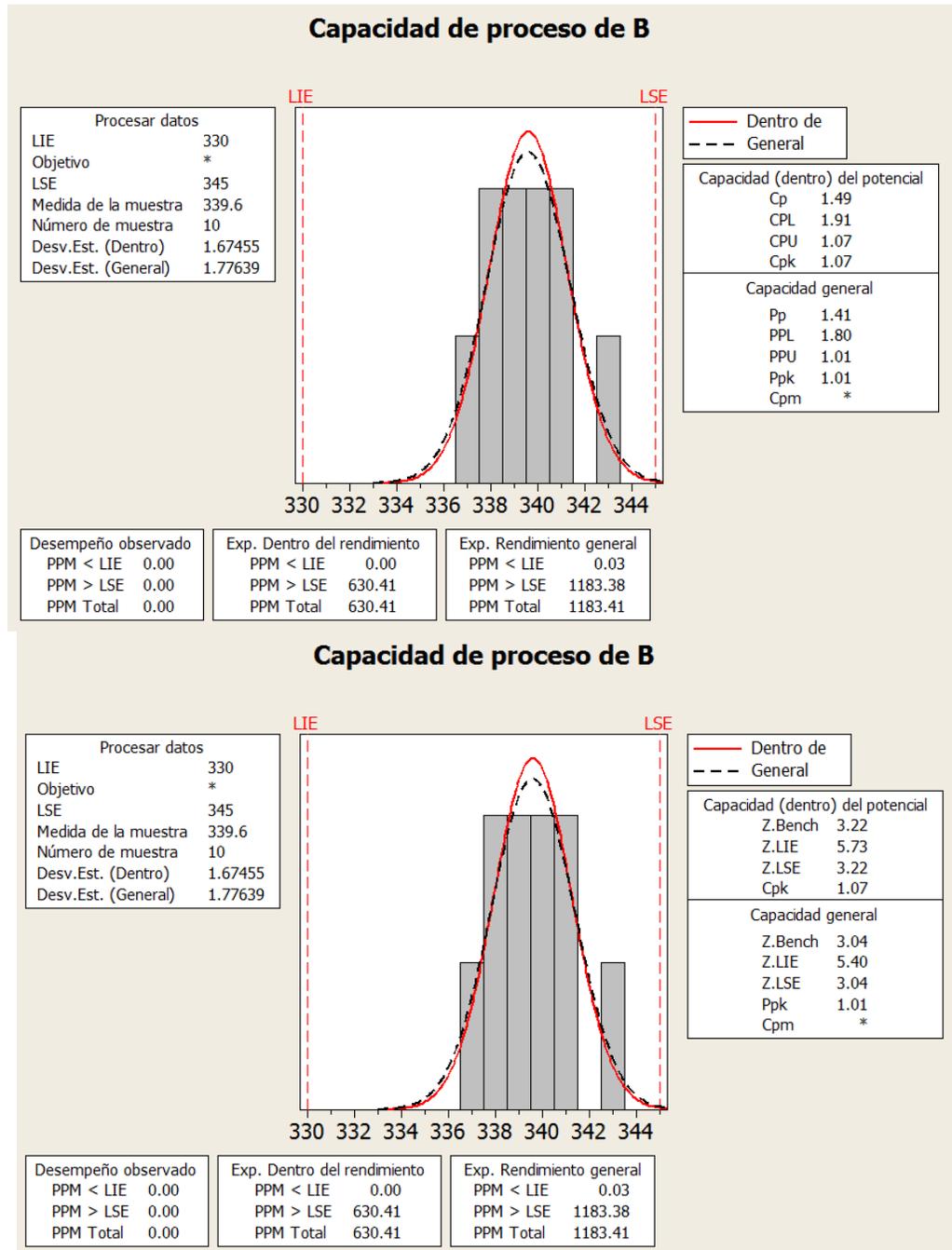


**Figura 24. Histograma – Proceso B**



**Figura 25. Prueba de normalidad de los datos - Proceso B**

Se observa un proceso con media de 339.63 segundos y desviación estándar de 1.776, con valor P de 0.772 por lo cual se puede confirmar la normalidad de los datos y por consiguiente se puede proceder con el estudio de los datos.



**Figura 26. Cálculo de la capacidad del proceso - Proceso B**

## **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.

### **5.1 Estudio de redistribución de la planta**

El paso inicial del proceso de mejoramiento se centró en realizar un estudio de movimientos y flujo de operaciones para determinar una distribución en planta acorde al flujo de proceso.

Dicho proceso se realizó en dos etapas. En una primera etapa se decidieron modificar las zonas de almacenamiento de materiales, y se reubicarían los procesos de tinnillado y pintura en el segundo piso, colocando allí todas las cabinas.

Sin embargo, a pesar de que esta propuesta brindaba mejoras respecto a las condiciones iniciales, se realizó una contrapropuesta que en la actualidad se encuentra en etapa de implementación. Dicha propuesta consiste en distribuir todo el proceso productivo en la primera planta y trasladar las oficinas administrativas al segundo piso.

Con esto se logra el flujo que se presenta a continuación:

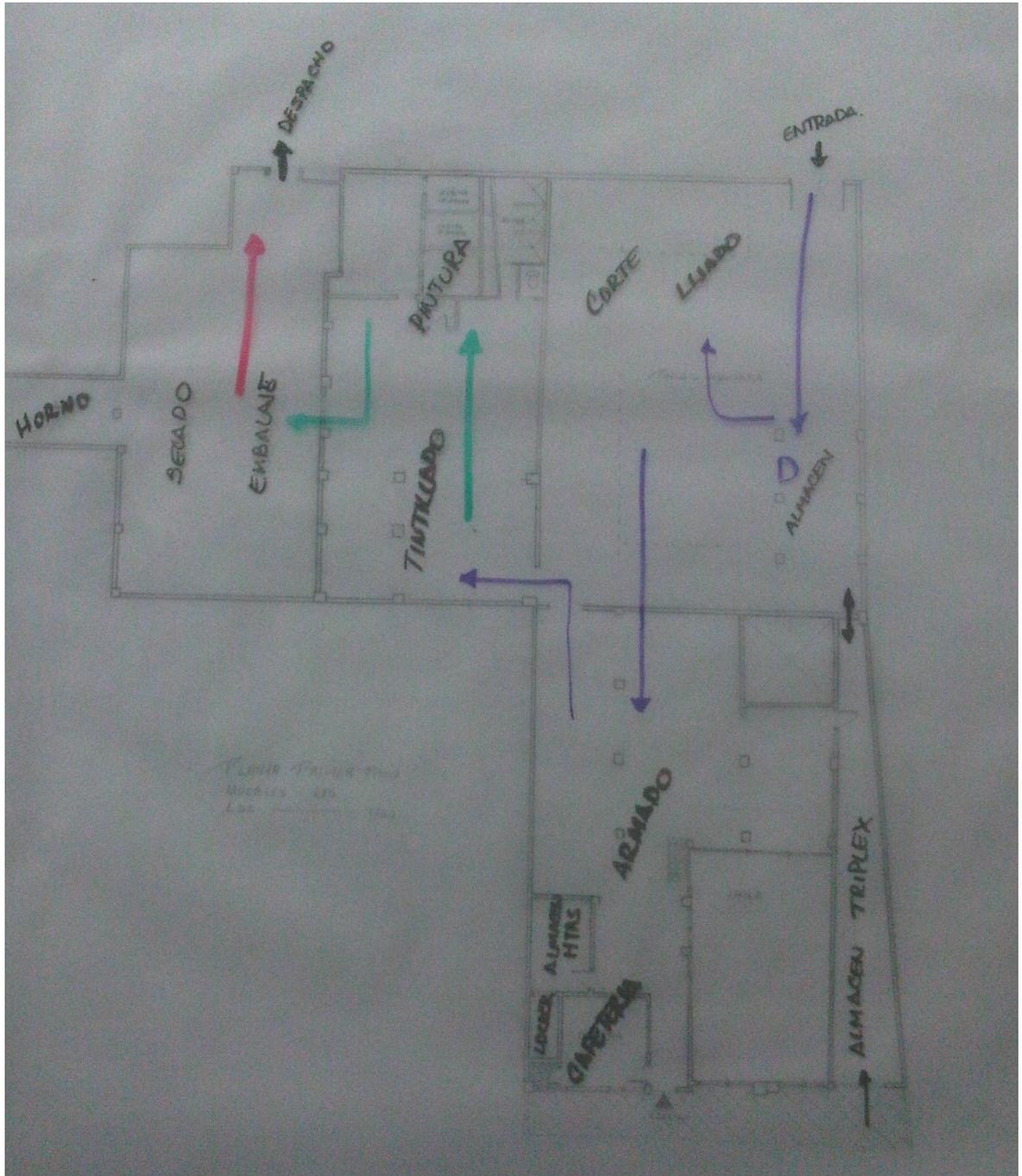


Figura 27. Cálculo de la capacidad del proceso - Proceso B

Con esta propuesta se logra una mejor distribución de la planta actual, se aprovechan mejor los espacios y se logra una mayor capacidad de almacenamiento de productos en proceso en las distintas etapas de producción.

La implementación de la propuesta se viene realizando desde el mes de noviembre del año pasado y se ha realizado por etapas, teniendo en cuenta que implica traslado de equipos, cabinas, trabajos y herramientas, así como la adecuación de una nueva zona de almacenamiento de madera.

A continuación se presenta un registro fotográfico de los avances en las implementaciones hasta la fecha



**Figura 28. Construcción de la nueva Bodega de madera**

La nueva bodega de madera estará ubicada en la parte posterior de la planta. Se encuentra en proceso de construcción y estará cercana a la zona de acceso a la planta, y adjunta al proceso de corte y lijado.



**Figura 29. Adecuación de la zona de corte y lijado**

La zona de corte y lijado, si bien no será reubicada, si requerirá pequeños cambios consistentes en organización del área de trabajo. Actualmente se están instalando nuevos equipos, y con la construcción del almacén contiguo, no podrá ser adecuada hasta la terminación de las obras. Sin embargo, se observa un mayor orden en las áreas de trabajo.



### Figura 30. Adecuación de la zona de tintillado y pintura

Las cabinas de pintura fueron desarmadas del primer nivel, y actualmente se está realizando la labor de pintura en cabinas temporales, y en el segundo piso. Sin embargo, con la última modificación, estas pasaran en su totalidad al primer nivel para darle mayor rapidez al flujo de operaciones.



Figura 31. Adecuación de la zona de preparación



**Figura 32. Ampliación de la zona de Armado**

Las zonas de preparación y de armado fueron ampliadas con lo cual se obtiene un mayor espacio y mejores condiciones de operación para el manejo del producto, considerando que el mueble armado requiere de un espacio de almacenamiento mayor.



**Figura 33. Adecuación de un área subutilizada para la ubicación de un Horno**

De igual manera al realizar la redistribución, se logró aprovechar un espacio que se tenía al lateral de la planta para la ubicación de un horno que generará ahorros estimados del 30% en los costos de operación de la planta. El espacio se está terminando de adecuar para la instalación del horno.

## **5.2 Programación y control de Inventarios**

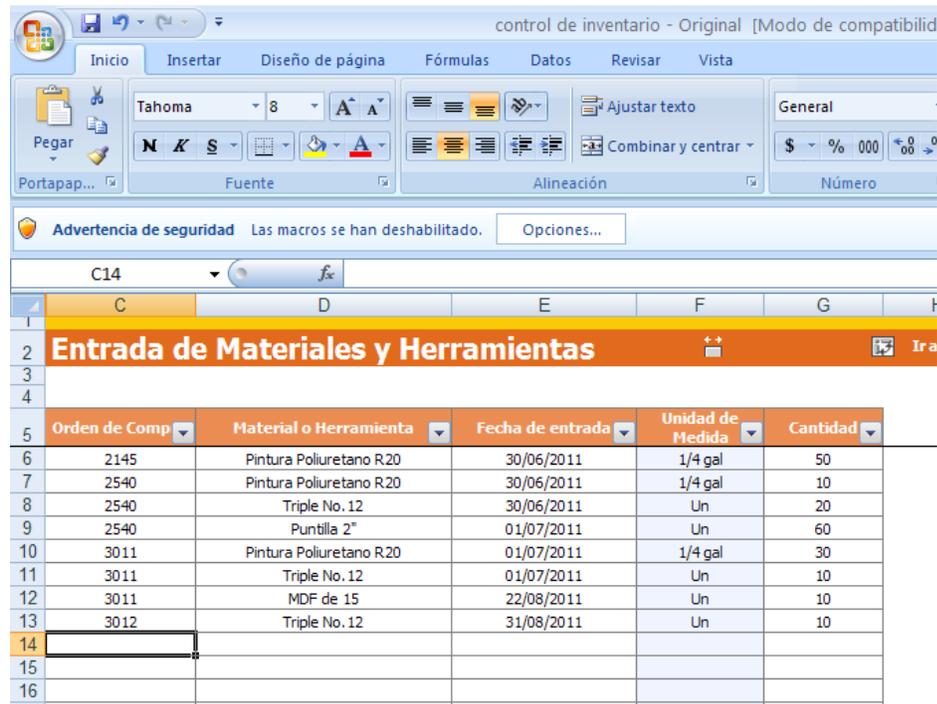
En el desarrollo del proyecto se pudo constatar que la compañía no cuenta con un sistema de control de inventarios. Se conoce cuánta cantidad de material se requiere para la fabricación de las distintas referencias. Sin embargo, a los operarios les es entregado un determinado lote de insumos y materiales, 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 momento dado a faltantes para un pedido, esperas y retrasos, así como al desperdicio de materiales en los procesos de operación.

Para efectos de llevar un mayor control del inventario de mercancía de la empresa se propuso el uso de una sencilla herramienta en Excel que se describe a continuación.



**Figura 35. 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 36. 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 R.20	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 R.20	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 37. 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.

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

**Figura 38. Modulo Stock**

### Estrategias por desarrollar

Se propone 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.

De igual manera, una vez se culminen las adecuaciones de infraestructura física de la planta, se procederá a realizar estudios de tiempos y movimientos, a fin de estandarizar las operaciones en los distintos procesos de la planta.

### **EFEECTO DE LAS IMPLEMENTACIONES.**

Para medir el impacto de las implementaciones se procedió a realizar un estudio de tiempos similar al realizado para las condiciones iniciales. Esta vez se evaluaron los tiempos de desplazamiento del producto a lo largo de la planta con la distribución en implementación, tomando el desplazamiento de un operario sin carga de producto. Los resultados son los siguientes.

#### **Tiempos observados con el nuevo flujo de proceso en segundos.**

<b>No.</b>	<b>PROCESO C</b>
1	171
2	173
3	174
4	175
5	176
6	172
7	174
8	170
9	172
10	173

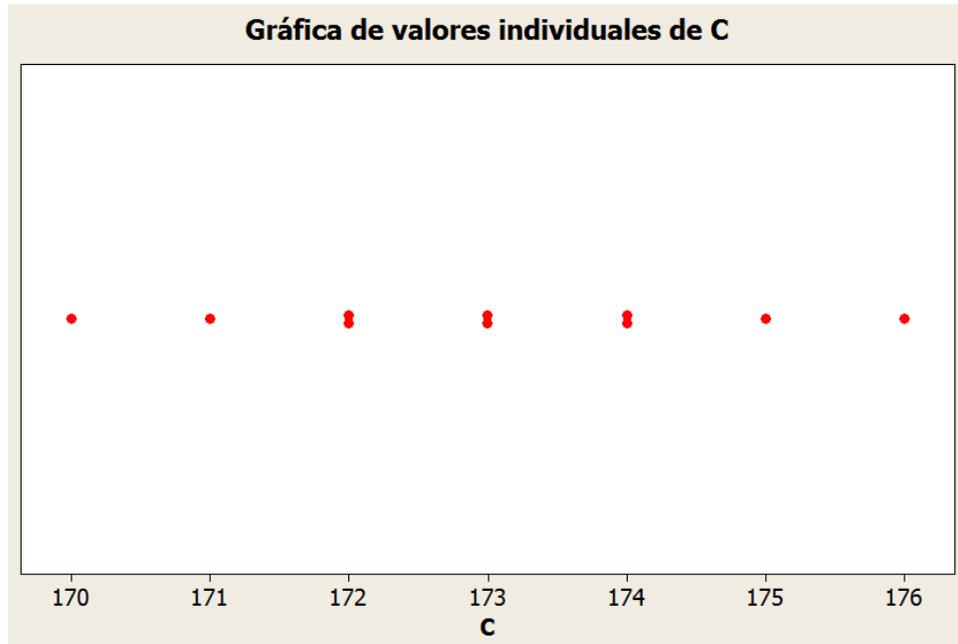


Figura 39. Gráfica de valores individuales para la nueva distribución de planta

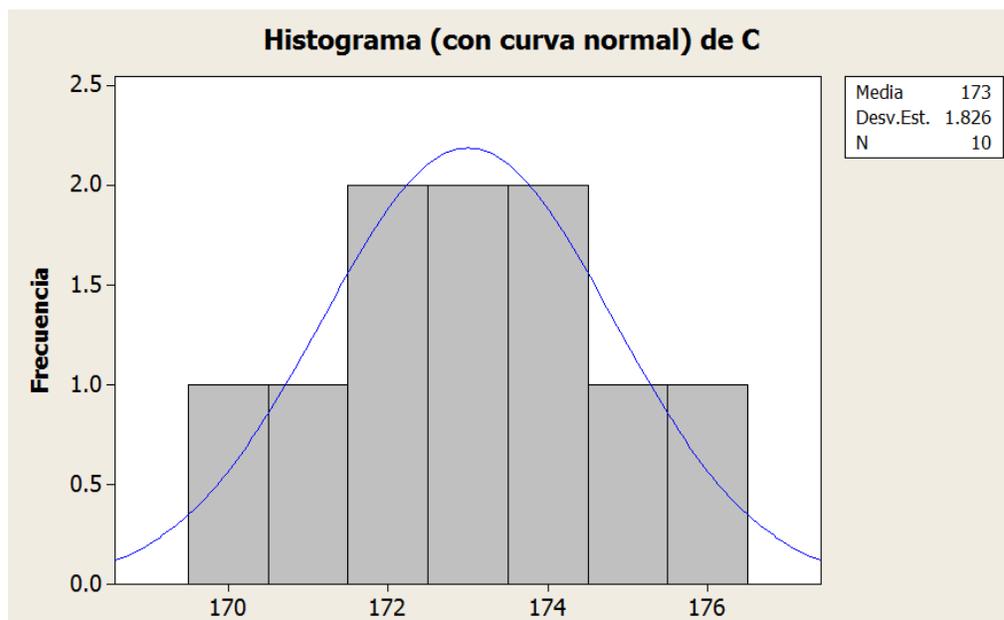
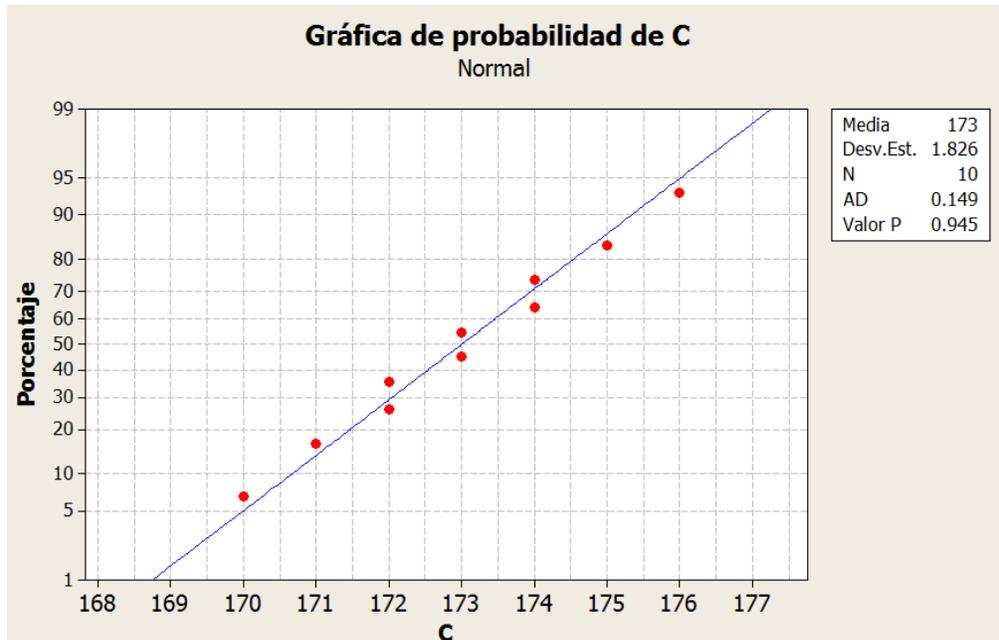
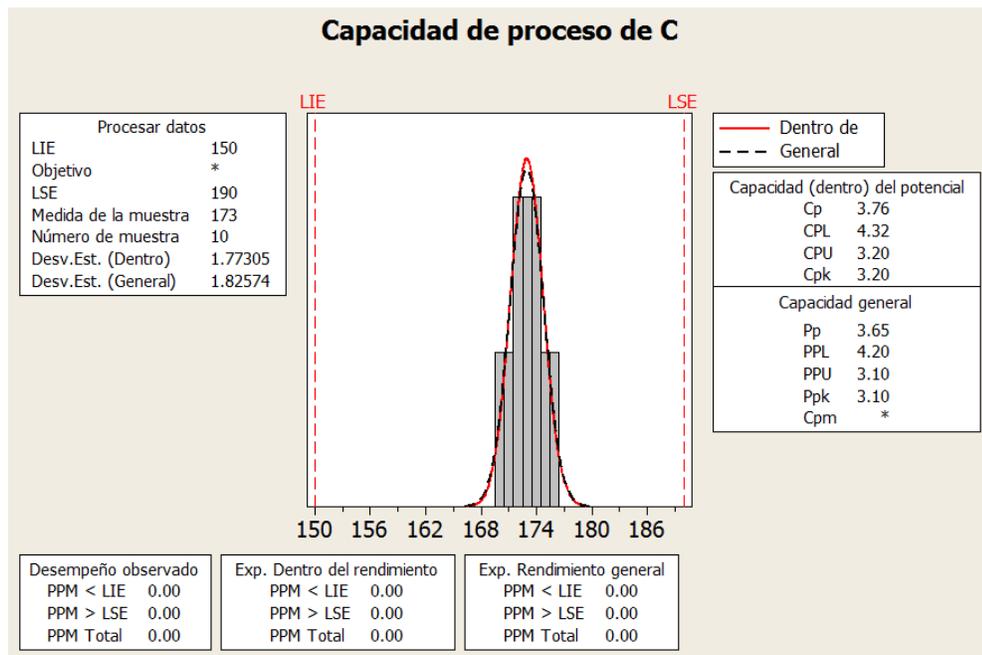
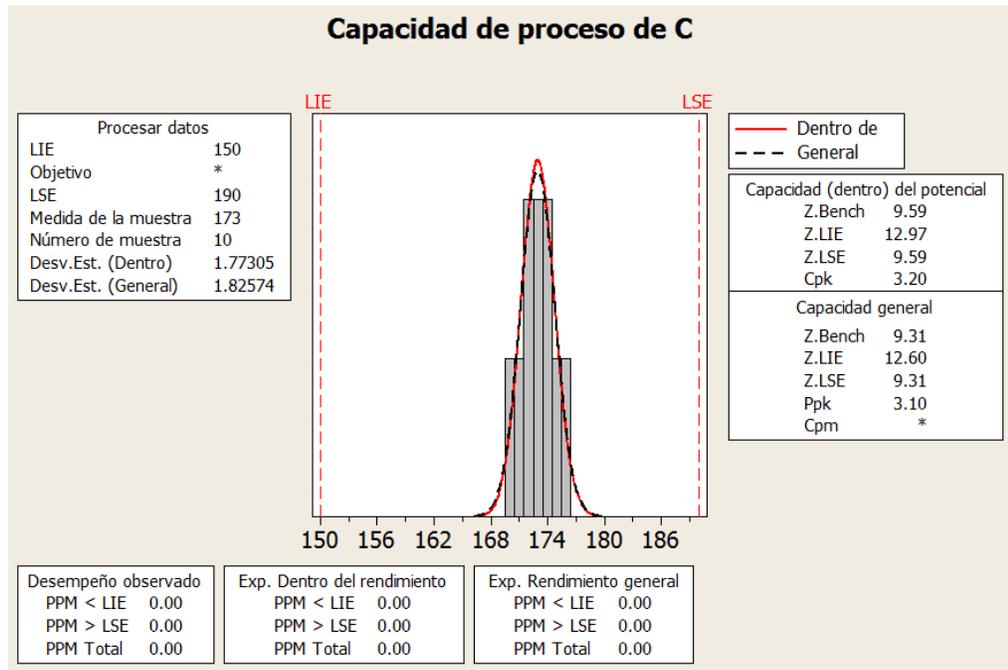


Figura 40. Histograma de tiempos<sup>C</sup> de desplazamiento para la nueva distribución de planta



**Figura 41. Prueba de normalidad de los datos - tiempos de desplazamiento para la nueva distribución de planta**





**Figura 42. Cálculo de capacidad - tiempos de desplazamiento para la nueva distribución de planta**

Con las modificaciones de redistribución de la planta se logra un proceso con una media de 173 segundos, y una desviación estándar de 1.826. Un  $C_p = 3.76$  y un  $C_{pk} = 3.2$ . Un  $P_p = 3.65$  y  $P_{pk} = 3.1$

### 5.3 Comparativo del proceso antes y después de las implementaciones

Para los tiempos de desplazamiento de materiales, insumos, equipos, trabajadores y productos en proceso, luego de las implementaciones se ha logrado pasar de un proceso con media  $\mu = 339.63$  a  $\mu = 173$ , lo que representa una disminución del 49% en el tiempo de desplazamiento, mientras que la desviación estándar pasó de  $\sigma = 1.776$  a  $\sigma = 1.826$ .

## 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 reproceso, 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							
Chorreado de pegante							
Mal ruteadas (hundidos y completo)							
Tiene algún 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							

## IMPACTO 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 tomando un acumulado de 6 minutos por conceptos de desplazamiento del producto entre las distintas etapas del proceso (considerando desplazamientos sin carga). Con las implementaciones, el tiempo de desplazamiento pasa a 3 minutos en las mismas

condiciones. Por lo que el ahorro es de 3 minutos por conceptos de desplazamiento para cada referencia fabricada.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Harry, M & Schroeder, R. (2000), *Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. Currency Publishers. (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 Reability Engineering 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

# ANEXOS

Anexo 1

**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, 19 de Abril de 2012

Marque con una X  
Tesis  Trabajo de Grado

Yo **Jazmin Esther Moré Bustillo**, identificado con C.C. No. **32.746.411 de Barranquilla**, actuando en nombre propio y como autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado **Proyecto de Grado-“Mejoramiento de la Distribución de Planta de la Fábrica Liz Muebles de la ciudad de Barranquilla”**; presentado y aprobado en el año 2012 como requisito para optar al título de **Ingeniera 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 **18** días del mes de **Abril** de Dos Mil **Doce** 2012

EL AUTOR - ESTUDIANTE. \_\_\_\_\_

FIRMA

Anexo 2

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

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS O TRABAJO DE GRADO:

**“Mejoramiento de la Distribución de Planta de la Fábrica Liz Muebles de la ciudad de Barranquilla”.**

AUTOR

Apellidos Completos	Nombres Completos
MORE BUSTILLO	JAZMIN ESTER

DIRECTOR (ES)

Apellidos Completos	Nombres Completos
PEREZ OLIVERA	HAROLD

JURADO (S)

Apellidos Completos	Nombres Completos
BOCANEGRA BUSTAMANTE	CARLOS ALBERTO

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: **INGENIERO INDUSTRIAL**

**FACULTAD: INGENIERÍA**

**PROGRAMA:** Pregrado  Especialización \_\_\_\_\_

**NOMBRE DEL PROGRAMA: INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Anexo 3

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

**NÚMERO DE PÁGINAS** 112

**TIPO DE ILUSTRACIONES:**

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ilustraciones                | <input type="checkbox"/> Planos      |
| <input type="checkbox"/> Láminas                      | <input type="checkbox"/> Mapas       |
| <input type="checkbox"/> Retratos                     | <input type="checkbox"/> Fotografías |
| <input 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 \_\_\_\_  $\frac{3}{4}$  \_\_\_\_ Beta Cam  
\_\_\_\_ Mini DV \_\_\_\_ DV Cam \_\_\_\_ 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**

---

**PREMIO O DISTINCIÓN**

---

**DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

**ESPAÑOL**

Seis Sigma  
Defecto  
Análisis  
Variación

**INGLÉS**

Six Sigma  
Defect  
Analysis  
Rework  
Variation