

**ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LA CIRCULAR NUMERO 1 DE LA
EMPRESA F&R**

OSCAR DAVID MARIN SERNA

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
DECANATURA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AFINES
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL**

MEDELLÍN

2014

**ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LA CIRCULAR NUMERO 1 DE LA
EMPRESA F&R**

OSCAR DAVID MARIN SERNA

Proyecto de grado para optar al título de tecnólogo en Producción Industrial

**Asesor
CARLOS VILLEGAS
Ingeniero**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
DECANATURA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AFINES
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
MEDELLÍN**

2014

Nota De Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma jurado

Firma jurado

DEDICATORIA

No hay palabras que puedan expresar todo mi agradecimiento a mi familia en cabeza de mis padres Luis Eloy Marín, Flor maría serna y mi novia Grisel por su constante entrega, amabilidad, apoyo y comprensión, las cuales hicieron más grata y posible mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTO

Expreso mis agradecimientos a Dios, como ser supremo y creador de la vida.

Al Ingeniero Carlos Villegas, asesor de este proyecto por sus valiosos aportes y orientaciones

A la institución Universitaria Pascual Bravo y su equipo humano por contribuir con el mejoramiento de la educación de los estudiantes.

A mi familia y compañeros por su comprensión, solidaridad y apoyo en la realización de mis estudios.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	14
1. PROBLEMA	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. REFERENTES TEORICOS.....	20
4.1 MARCO CONTEXTUAL	20
4.2 MARCO TEÓRICO	23
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
5.1 MUESTREO	34
6. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	36
6.1 HACER DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA EN CONDICIONES ACTUALES, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA MAQUINA NÚMERO 1 DE LA EMPRESA F&R.....	36
6.2 EVALUAR EL NIVEL DE PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CORTE DE LA EMPRESA F&R.	41
6.3 HACER COMPARACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ESTABLECIDA EN EL DIAGNOSTICO VS DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE TRABAJO.	45
6.4 DISEÑAR UN PLAN DE ACCIÓN QUE PERMITA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CORTE DE LA CIRCULAR NÚMERO 1.....	49
7. CONCLUSIÓN.....	54
8. RECOMENDACIONES.....	55
9. BIBLIOGRAFIAS.....	56
ANEXOS	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Diseño para el desarrollo del objetivo específico 1.....	31
Tabla 2 Diseño para el desarrollo del objetivo específico 2.....	32
Tabla 3 Diseño para el desarrollo del objetivo específico 3.....	33
Tabla 4 Dimensional para muestreo	34
Tabla 5 Desperdicios de producción.....	42
Tabla 6 Resultados de la mejora	45
Tabla 7 Comparación de resultados antes y después de la mejora.....	47
Tabla 8 Cronograma de actividades	50
Tabla 9 Lista de chequeo para resultados del PHVA.....	53

LISTA DE GRÁFICOS

Grafica 1 Pareto de desperdicios en circular No. 1	40
Grafica 2 Pareto de desperdicios en circular No. 1 mejorada	41
Grafica 3 Desperdicios en materia prima	43
Grafica 4 Defectos producto vs materia prima	46
Grafica 5 Materia prima suministrada vs materia prima usada	47

LISTA DE FORMATOS

Formato 1 Diagrama Ishikawa	38
Formato 2 Lista de chequeo para desperdicios	51

GLOSARIO

Canteadora: se utiliza para alisar el material abombado, cuarteado y dejarlo plano. Las canteadoras son después de las sierras circulares, las máquinas de trabajar maderas más peligrosas.

Cuello de botella: fase de la cadena de producción más lenta que otras, que ralentiza el proceso de producción global.

Escopladuras: Corte o agujero hecho a fuerza de escoplo en la madera.

Piñón: rueda de un mecanismo de cremallera o la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas, ya sea en una transmisión por engranaje,1 cadena de transmisión o correa de transmisión. También se denomina piñón tensor a la rueda dentada destinada a tensar una cadena o una correa dentada de una transmisión.

Rediseño: resultado de volver a diseñar algo.

RESUMEN

Este proyecto se ha desarrollado con el fin de dar solución al problema productivo que existe en el proceso de corte de la empresa F&R, para lo cual se propone la aplicación de herramientas para el mejoramiento continuo que proporcionan guías efectiva a las empresas.

Se inició con actividades de observación directa al proceso de corte, lográndose datos valiosos para dar marcha al proyecto, luego se hizo un análisis sobre el mejor método de mejora continua para aplicar al proceso de corte, el cual representa el cuello de botella, donde se implementó un sistema de piñones que ayuda a regular el ángulo de corte y a realizar un proceso más preciso y rápido.

Al finalizar se realizó una comparación en la efectividad productiva de la maquina antes de la mejora y después, obteniéndose un resultado positivo, ya que hubo un aumento de producción del 22%, se disminuyó la cantidad de mano de obra necesaria y se logró aprovechar la materia prima en su totalidad.

El fortalecimiento de una empresa está basado en la identificación de sus procesos generadores de cuellos de botella y la aplicación de estrategias que permitan corregir dichos fenómenos en la producción, razón por la que se ha realizado el análisis de productividad al proceso de corte de la empresa carpintera F&R, en la cual se detectó la necesidad de ajustar el sistema mecánico de la cizalla No. 1, que representaba el cuello de botella, en esta investigación se utilizaron diferentes técnicas y herramientas para la recolección y análisis de la información como encuestas, diagramas de causa y efecto, diagramas de Pareto y la técnica de observación directa, las cuales arrojaron datos relevantes para dar solución al problema planteado y llegar a la conclusión de la mejor estrategia a aplicar y el reconocimiento de los problemas mas comunes en el sector de la carpintería.

Palabras claves: madera, corte, cuello botella.

ABSTRACT

This project has been developed in order to solve the production problem in the cutting process of F & R, for which is proposed the implementation of continuous improvement tools that provide effective guidance to companies.

It began with the direct observation of the cutting process activities, achieving valuable data to give up the project, then an analysis of the best continuous improvement system is made to apply to the cutting process, which represents the bottleneck, where implemented a system of gears which helps to regulate the cutting angle, improve accuracy and making it faster.

At the end a productive effectiveness comparison was made looking the process before and after, achieving a positive result, since there was an increase in production of 22%, decrease the amount of labor required and there is an important reduction of the waste.

The strengthening of a company is based on the identification of processes that generate bottlenecks and implementation of strategies to correct these phenomena of production, therefore has decided to conduct a productivity analysis to the cutting process of the company F & R (carpentry), which identified the need to adjust the mechanical system of the Number 1 shear, representing the bottleneck, in this research different techniques and tools for gathering and analyzing information as surveys, cause and effect diagrams, Pareto charts and direct observation technique are used, these have yielded relevant data to give solution to the problem and conclude the best strategy to apply and a recognition of the most common problems in the field of carpentry.

Keywords: wood cutter, carpentry, bottle neck, improvement, root cause analysis.

INTRODUCCIÓN

El afán y la necesidad de ser una empresa competitiva han llevado a todas las empresas a acoger técnicas de mejoramiento como lo es el rediseño de una maquina vieja que ya no es tan eficiente y termina convirtiéndose en el cuello botella de las operaciones de la organización.

Para la empresa F&R es muy importante tener la acogida de nuevos clientes y nuevos proyectos, por lo que se hace necesario comenzar a buscar la manera de mejorar el estado actual de sus máquinas para dar respuesta oportuna a los pedidos, con productos de calidad.

El rediseño de máquinas cada vez ha sido una herramienta clave para las empresas ya que la inversión no es mucha y los beneficios son inmensos, la productividad, seguridad, eficiencia, competitividad y rentabilidad son los factores más representativos de estos grandes beneficios.

Por eso se plantea el rediseño de la cortadora circular número 1 de la empresa F&R, que conforma el proceso inicial de la empresa y el cuello de botella de este, el cual, luego de la implementación de un sistema de piñones y un ajuste en la estructura de la maquina se evidencia que los desperdicios de producción que se obtenían en el proceso de corte disminuyen considerablemente.

1. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa F&R es una pequeña empresa manufacturera que se dedica a la fabricación y comercialización de cocinas integrales y muebles en madera para el hogar como closets, bibliotecas, muebles para baño y puertas, trabajando en pro de satisfacer las necesidades de sus clientes, garantizando calidad y cumplimiento.

Para la fabricación de los diferentes productos se cuenta con procesos en línea, los cuales constan básicamente de:

- Corte inicial de madera con medidas específicas según la pieza a fabricar dándole grueso, ancho y largo.
- Enderezada de madera por cara y filo.
- Regrueso de madera.
- Trazo de la pieza a fabricar.
- Escopladura de largueros que ayudaran más adelante al ensamble.
- Espigado de barrotes para ser ensambladas con las escopladuras.
- Se da un pre armado
- Pulimiento preliminar con lija
- Ruteada y acanalada
- Ensamble final
- Pulimiento final
- Pintura.

La empresa cuenta con la máquina circular número 1, la cual al momento de realizar operaciones con ella, se convierte en un problema debido que cuando se

va hacer corte o escopladura, el operario debe apagarla y realizar los ajustes necesarios de altura y medida, además se requiere de dos operarios para ajustar guías y unos trozos de madera para dar soporte a la cubierta; generándose así un trabajo impreciso y poco eficaz, debido a esto se ve afectada la productividad general.

Los factores que causa el problema son los siguientes:

- Mal diseño de la máquina, éste se produce ya que es demasiado vieja y requiere de una actualización.
- Manipulación de 2 operarios provocando así, gastos y desaprovechamiento de estos.
- Daño de materiales, el cual incurre en reproceso y nueva inversión.
- Producto en proceso, se acumula inventario
- Producto final, demoras en éste e incumplimiento de tiempo dispuesto para la entrega.

Lo deseado con ésta máquina es que brinde productividad y que la manipule un operario.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Cómo mejorar la productividad de la circular número 1 de la empresa F&R?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Hacer análisis de productividad por medio de estrategias de calidad en la maquina circular número 1 de la empresa F&R.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Hacer diagnóstico del problema en condiciones actuales, en el área de producción en la maquina número 1 de la empresa F&R.
- Evaluar el nivel de productividad en el proceso de corte de la empresa F&R.
- Hacer comparación de la productividad establecida en el diagnostico vs disminución de tiempos de trabajo.
- Diseñar un plan de acción que permita mejorar la productividad en el proceso de corte de la circular número 1.

3. JUSTIFICACIÓN

En la industria existen competidores fuertes que hacen necesario que las pequeñas empresas comiencen a invertir en la implementación de diferentes alternativas de mejoramiento, que ayudan a aumentar la productividad y crecer continuamente.

Se tiene que en la empresa F&R existe la necesidad de estudiar la productividad de los procesos, con el fin de identificar las causas de los retrasos en producción.

Para la empresa F&R se considera de vital importancia intervenir inicialmente el proceso de la circular número 1, debido a que es la máquina con menos capacidad productiva, la incorporación de un sistema por medio de piñones puede aportar a que este proceso deje de ser el cuello de botella y se mejore la capacidad de repuesta a los pedidos de los clientes, lográndose mayor competitividad en el mercado y así adquirir buena calidad del producto, fidelización de clientes y ubicación competitiva.

Al finalizar la implementación de lo propuesto, la empresa F&R adquiere beneficios económicos y productivos en todas las áreas de la empresa, así como la motivación a los trabajadores a implementar mejoras de este tipo en sus puestos de trabajo. El empleado adquiere mayor experiencia, aprendizaje y rapidez en su labor, el cliente estará tranquilo por la calidad y cumplimiento de sus productos.

La universidad se verá favorecida por medio de la reputación de la calidad de sus estudiantes quienes son capaces de solucionar problemas y poner en práctica lo aprendido en el periodo académico.

Para los estudiantes de la universidad es importante, porque les puede servir de guía en futuros trabajos, hacerse cargo de nuevas innovaciones que conlleven a prácticas responsables, creativas y constructivas en el proceso de su trabajo permitiendo el logro de los objetivos propuestos.

Para mi vida personal es importante ya que adquiero experiencia y pongo en práctica lo aprendido, apuntando a un empleo que mejore mi calidad de vida y a la vez la ventaja de fortalecer mi formación como futuro profesional en producción industrial.

Para la empresa F&R es clara la necesidad de mejora en el proceso de corte en la circular número 1, ya que se presenta cuello de botella y poca rentabilidad del proceso como tal, por la falta de aplicación de estrategias de mejoramiento continuo.

4. REFERENTES TEORICOS

4.1 MARCO CONTEXTUAL

El continuo crecimiento del mercado externo ha dado un resultado poco optimista para las pequeñas empresas regionales, ya que estas no cuentan con procesos realizados por desarrollos tecnológicos ni personal capacitado. Sin embargo se cuenta con políticas activas de medio competitivo que buscan posibilitar e integrar las economías locales a las de nivel mundial lo cual se ha visto posible gracias al cambio de visión que se ha tenido en los sistemas de producción regionales.

Además el establecimiento de acuerdos comerciales entre entidades públicas y privadas han sido un gancho importante para lograr este desarrollo competitivo.

El éxito de estas políticas consiste básicamente en la orientación que se le dé y en la participación de las empresas de los diferentes sectores.

El Valle de Aburrá, llamado así por los indígenas que habitaban el actual sector de Guayabal, tomó el nombre de San Bartolomé de los Alcázares, cuando el 24 de agosto de 1541, por órdenes del Mariscal Jorge Robledo, Jerónimo Luis Tejelo invadió y conquistó el poblado de los Aburrá. Se conformaron así núcleos de poblados con rancherías hasta formarse el sitio de Aná que en 1649 contaba con dos capillas dedicadas al culto de San Lorenzo. Posteriormente la Alcaldía mandó construir una plaza, se instaló una casa cural y una iglesia dedicada a la actual patrona de Medellín, "Nuestra Señora de La Candelaria". Así comenzó a crecer la población formada por españoles, criollos, negros y mestizos; por ello Don Francisco Herrera Campuzano apeló ante el reino de España para que el poblado fuera reconocido y gracias a él se erigió la Villa, otorgada por la reina doña Mariana de Austria el 2 de noviembre de 1675.

El barrio robledo está ubicado en la comuna 7 en la ciudad de Medellín, se encuentra ubicado en la zona noroccidental, es principalmente un sector residencial ,por lo cual carece de estructura económica plenamente desarrollada , solo se presenta comercio básico y servicios complementarios a la vivienda especialmente por los principales corredores viales y centros de barrio. Robledo tiene una buena infraestructura en materia de servicios hospitalarios y universitarios, en su perímetro se encuentran la Clínica Santa María, el Hospital Pablo Tobón Uribe, la institución Universitaria Pascual Bravo, universidad Santo Tomás, la Universidad Nacional de Colombia con sus dos campus, la Ciudadela Robledo de la Universidad de Antioquia, el Tecnológico de Antioquia, el Colegio Mayor de Antioquia, la Institución Universitaria ESUMER, el Instituto Tecnológico Metropolitano, la Escuela de Ingenieros y la Facultad de Medicina de la UPB, entre otros.

Hoy en día la fuerza de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para mejorar la competitividad en las pequeñas y medianas empresas (PYME) ha sido ampliamente reconocida y existen numerosas iniciativas gubernamentales que invitan a la adopción de estas tecnologías. Además se ha observado que las empresas con éxito en el mundo entero han fundado gradualmente las TIC como una ventaja estratégica. (Antlova, 2009).

Sin embargo se conoce que las pequeñas empresas aun presentan inconvenientes para optar a estas beneficiosas opciones, las cuales en ocasiones son internas y en otras externas en las empresas colombianas.

La empresa F&R fue creada hace 10 años por un hombre con visión que vio la oportunidad de fabricar piezas de diferentes líneas en madera, la cual estuvo ubicada en el municipio de Cisneros, debido a que su dueño decide realizar un viaje, pone en venta este negocio, uno de sus trabajadores se entera de esto y le propone a uno de sus hermanos que se asocien y compren esta, luego de

comprarla deciden trasladar sus procesos a la ciudad de Medellín, en busca de nuevos horizontes y la ampliación de su mercado.

F&R se dedica básicamente a la fabricación de muebles de madera para cocina y hogar en general y cuenta con 4 trabajadores.

Desde su creación se han presentado varios problemas tales como: estandarización de procesos, tener maquinaria más adecuada y agilidad en los procesos. Estos inconvenientes son más comunes en pequeñas y medianas empresas de personas independientes, debido a los recursos limitados y por ende acceden más fáciles a maquinarias artesanales que a tecnología de punta.

Algunos solucionan el problemas accediendo a créditos por empresas apoyadas por el gobierno, que impulsan la industria a partir de programas de emprendimiento y de este modo llegan a poder invertir en tecnología más acorde al medio o mejoras en maquinaria. Lastimosamente algunos de estos empresarios no logran mejorar sus máquinas ya que en ocasiones es muy complejo llegar a fortalecer su empresa por medio de estos productos, porque no cumplen con los requisitos exigidos por las entidades prestantes.

Realmente es muy importante que las empresas puedan acceder a tecnología de punta, ya que esto las vuelve más competitivas, dado a los múltiples beneficios como: Mano de obra, agilidad en los procesos, tiempos, mejor calidad de los productos, mejor calidad de vida y menor impacto ambiental. En Colombia la industria de la madera se ha disparado enormemente gracias al sector de la construcción que se ha incrementado en los últimos años, por tal motivo las empresas del sector madera tienen muchas oportunidades de crecer tanto en las grandes orbes como en los municipios y zonas rurales.

Los inconvenientes del sector madera son en su mayoría la consecución de ésta, ya que es muy controlado y escasea cada día más, debido a los cambios de los

suelos en los últimos años, problema que ha ido abocando este sector y la irresponsabilidad que ocasiona la deforestación y cortes de madera sin tener en cuenta el tiempo correspondiente para ser talada.

En las últimas décadas, la riqueza de la flora en nuestro país se encuentra en franca amenaza y deterioro; ello está íntimamente ligado con la historia del desarrollo económico y social y se expresa en la tendencia cada vez más evidente a la reducción en la oferta comercial de especies maderables. Muchas han aparecido mientras otras se encuentran en grave peligro de extinción, por lo tanto ha sido importante la implementación de maderas aglomeradas tales como: MDF (madera del futuro), MADECOR, MADECOR RH, entre otros, donde se aprovecha más los residuos de la madera y arboles renovables.

Lo ideal a futuro es utilizar solo productos aglomerados que no perjudiquen el medio ambiente, entrar a trabajar en obras de construcción que son más fuertes en estos productos y poder competir con grandes empresas pioneras en el mercado como lo son: Districondor, Fernández y CIA, maderas de occidente etc.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Círculo de calidad. Es la práctica o técnica utilizada en la gestión de organizaciones en la que un grupo de trabajo voluntario, se reúne para buscar soluciones a problemas detectados en sus respectivas áreas de desempeño laboral, o para mejorar algún aspecto que caracteriza su puesto de trabajo.

Las conclusiones y resultados de estos grupos, son elevadas a las personas con responsabilidad y capacidad de decisión sobre su implantación, quienes las analizan y estudian, decidiendo su aprobación y dotándolas de recursos para llevarlas a cabo. Los grupos se reúnen de forma regular, dentro de su horario de

trabajo y son entrenados por personal competente (usualmente designados como facilitadores).

De acuerdo a Thomson P. en su libro “Círculos de Calidad, como hacer que funcionen”, los Círculos de Calidad se dan cuenta de todo lo erróneo que ocurre dentro de una empresa, dan la señal de alarma y crean la exigencia de buscar soluciones en conjunto.

Para la introducción de los Círculos de Calidad en una empresa se requiere fundamentalmente de llevar a cabo las siguientes fases o etapas:

- Convencer y comprometer a la Dirección General en el proceso.
- Establecer la organización necesaria para la administración de los Círculos de Calidad, a partir de una unidad administrativa encargada de coordinar su introducción y operación.
- Comprometer al sindicato.
- Desarrollar un plan de trabajo para la introducción de los Círculos de Calidad, a efecto de que éstos formen parte de la operación del negocio.
- Reglamentar la forma de operación de los Círculos de Calidad.
- Desarrollar los Sistemas de Apoyo para los Círculos de Calidad.
- Aplicar programas de capacitación a todo el personal y niveles de la empresa, para que se tenga un conocimiento y metodología de trabajo homogéneos.
- Disponer de los apoyos didácticos y logísticos para las tareas de los Círculos de Calidad.

Es necesario comenzar con la implementación involucrando a los directivos y finalizar con los trabajadores, luego, durante el establecimiento de los Círculos de Calidad, es conveniente comenzar por el nivel medio capacitando a los gerentes con el fin de que comprendan cuales son los objetivos del programa, la función que Ellos deben desempeñar y los beneficios que disfrutarán.

Después se debe capacitar a los demás trabajadores en las técnicas para solucionar problemas en grupo y los métodos para la toma de decisiones en conjunto.

4.2.1.1 Pasos para desarrollar los círculos de calidad. De manera más clara, los pasos para un desarrollo confiable de los círculos de calidad, son:

- Identificar el problema
- Analizar el problema
- Búsqueda de posibles soluciones
- Selección de una solución
- Presentación de la solución
- Ejecución de la solución
- Evaluación de la solución

4.2.2 Diagrama de Pareto. Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan. El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista Italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema. También llamado curva cerrada, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarlas.

Pasos para desarrollar un diagrama de Pareto, según Nailleth Sierralta, en su trabajo de grado son:

1. Ordenar los elementos según su importancia, de mayor a menor. Una alternativa es ordenar según ocurrencia, es decir, el número de veces que se produce cada una.
2. Calcular los porcentajes, individual y acumulado, de cada elemento.
3. Dibujar el gráfico de barras con los elementos clasificados de mayor a menor.
4. Dibujar la curva representativa de los porcentajes acumulados.

4.2.3 Eficacia. Mide los resultados alcanzados en función de los objetivos que se han propuesto, presuponiendo que esos objetivos se cumplen de manera organizada y ordenada sobre la base de su prelación.

4.2.4 Eficiencia. Consiste en la medición de esfuerzos requeridos para alcanzar los objetivos. El costo, el tiempo, el uso adecuado de factores materiales y

humanos, cumplir con la calidad propuesta, constituyen elementos inherentes a la eficiencia.

4.2.5 Efectividad. Relación entre prestaciones reales de un sistema y los requeridos de éste; en cuanto a mayor medida satisface un sistema de lo que de él ha requerido, más efectivo es para su usuario. El hecho de que las prestaciones de un sistema varían en el tiempo operativo implica la necesidad de variar la efectividad del sistema, es decir la efectividad no es un aspecto independiente del tiempo.

4.2.6 Productividad. Es el resultado de la relación entre los insumos invertidos y los productos obtenidos; es una medida de la eficiencia económica que resulta de la capacidad para utilizar inteligentemente los recursos disponibles.

La productividad puede aumentar si se disminuye la cantidad de insumos utilizados, mientras se produce lo mismo o cuando se utiliza la misma cantidad de insumos, mientras se produce más cantidad de productos.

Hay varios tipos de productividad, los cuales son:

- Productividad parcial
- Productividad de factor total
- Productividad total

Para medir la productividad se requiere de una fórmula básica, que divide la cantidad productos fabricados sobre la cantidad de recursos utilizados para fabricarlos.

Productividad = (Productos o Servicios Producidos) / (Recursos Utilizados)

Los recursos que se utilizan pueden ser: mano de obra, maquinaria, materia prima y/o moneda.

4.2.7 Kaizen. Es aquella forma que buscan las empresas para realizar un mejoramiento continuo en base a pequeños cambios. El término Kaizen proviene del japonés, en el que “Kai” se traduce al español como “cambio”, y “Zen” que se entiende como “mejoramiento”.

La idea del Kaizen no es realizar grandes cambios, si no que a partir de pequeñas y simples modificaciones, poder mejorar la calidad y reducir los costos de producción. De este modo, se cambian todos aquellos aspectos que no permiten mejorar el servicio a los clientes ni mejorar la calidad de los productos. La idea es ir realizando mínimas modificaciones a diario, ya que, a fin de cuentas se habrán realizado más de 300 mejoras en solo un año.

De acuerdo a un artículo en internet el Kaizen utiliza el Círculo de Deming como herramienta para la mejora continua, que son:

- Plan (Planear): en esta fase el equipo pone su meta, analiza el problema y define el plan de acción
- Do (Hacer): Una vez que tienen el plan de acción este se ejecuta y se registra.
- Check (Verificar): Luego de cierto tiempo se analiza el resultado obtenido.
- Act (Actuar): Una vez que se tienen los resultados se decide si se requiere alguna modificación para mejorar.

4.2.8 Cuello de botella. Es un proceso productivo, una fase de la cadena de producción más lenta que otras, que ralentiza el proceso de producción global.

El cuello de botella determina la cantidad de piezas posibles después de un determinado periodo de tiempo. Es importante identificar los cuellos de botella en los procesos de producción y sobre todo efectuar un análisis profundo en cómo aumentar la eficiencia en esta operación.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 ENFOQUE

El proyecto tendrá un enfoque de tipo cualitativo y cuantitativo, ya que se los datos se obtendrán por datos históricos que posea la empresa y así definir la cantidad de tiempo y dinero que acarrea el problema de la circular número 1.

5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto posee una finalidad explicita, ya que al finalizar con la implementación de las herramientas propuestas la empresa tendrá instrumentos que le ayudaran a mejorar continuamente.

5.3 FUENTES

Las fuentes primarias serán obtenidas por medio de observación directa en el área a trabajar, las de carácter secundario serán recolectadas por medio de datos históricos y publicaciones teóricas.

El tipo de investigación es práctica y aplicada, ya que el objetivo General del desarrollo de este trabajo es beneficiar a las personas que están directamente relacionadas con el proceso, ya que al implementarse las estrategias planteadas se aumentará la productividad del área, el orden y la calidad del área de trabajo.

El desarrollo del presente proyecto constara de las siguientes etapas básicas que serán:

Tabla 1 Diseño para el desarrollo del objetivo específico 1.

OBJETIVO ESPECIFICO	TIPO DE INFORMACION	HERRAMIENTA DE INFORMACION	DIAGRAMA
<p>Hacer diagnóstico de productividad de acciones actuales de la maquina número 1 de la empresa F&R.</p>	<p>Primaria (observación directa)</p>	<p>Realizar analisis efectividad Mano de Obra, Materiales y Métodos</p>	<pre> graph TD A((Realizar analisis visual del proceso y metodo)) --> B((Tomar datos estadisticos de la produccion)) B --> C((Registrar datos obtenidos de la productividad y desperdicios)) </pre>
		<p>Determinar despedicios y fallas (relación cantidad producida vs. Recursos utilizados)</p>	

Fuente: Autor

Tabla 2 Diseño para el desarrollo del objetivo específico 2.

OBJETIVO ESPECIFICO	TIPO DE INFORMACION	HERRAMIENTA DE INFORMACION	DIAGRAMA
<p>Evaluar el nivel de productividad en el proceso de corte de la empresa F&R.</p>	<p>Primaria y Secundaria (observación directa y datos historicos de producción y fallas)</p>	<p>Clasificar desperdicios identificados</p>	<pre> graph TD A((Definir tipo y costos de desperdicios)) --> B((Hacer ensayos para eliminar)) B --> C((Realizar análisis de efectividad)) C --> D((Identificar estadísticamente aumento de productividad)) </pre>
		<p>Tomar acciones para eliminar desperdicios</p>	
		<p>Hacer diagnóstico de productividad</p>	

Fuente: Autor

Tabla 3 Diseño para el desarrollo del objetivo específico 3.

OBJETIVO ESPECIFICO	TIPO DE INFORMACION	HERRAMIENTA DE INFORMACION	DIAGRAMA
Diseñar un plan de acciones que permita mejorar la productividad en el proceso de corte de la circular número 1.	Secundaria (datos históricos)	Identificar herramienta de mejora adecuada para aumentar la productividad	 <pre> graph TD A((Establecer metodología de mejora)) --> B((Implementar pasos de la metodología)) B --> C((Evaluar efectividad)) </pre>
		Aplicar herramienta de mejoramiento	

Fuente: Autor

Para la obtención de los datos requeridos se cuenta con el apoyo de los dueños de la empresa, por lo que el acceso a la información de producción y fallas que se hayan presentado en la circular número 1 es factible, además es posible realizar observación constante al funcionamiento de la circular en un 100%.

Para este estudio se selecciona el tipo de muestreo no probabilístico por las características del estudio a realizar y el lugar donde se ejecutará, en este se considera como población de análisis a los trabajadores de la empresa F&R y no es posible definir cuál de ellos será al que se le tome la muestra, ya que cada operario rota de maquina dependiendo de la necesidad de producción y la disponibilidad de personal.

5.1 MUESTREO

Como el objetivo es determinar la mejor estrategia para aumentar la productividad de la circular número 1, se determina que el tamaño de la muestra es:

Tabla 4 Dimensional para muestreo

Población objetivo:	Carpinteros
Unidad muestral:	Carpinterías cercanas
Elemento muestral:	Jefes de carpintería
Marco muestral:	Empresas carpinteras
Tamaño de la muestra:	82 carpinteros

Fuente: Autor

5.4.1 Definición Del Tamaño De La Muestra. El tamaño de la muestra estudiada es el total de la población a analizar, ya que se abarca el total del área elegida y las personas que la ocupan, como lo es la circular.

Se tiene estimado un rango de error del 5%, lo que sugiere un 95% de nivel de confianza, según la siguiente formula:

$$n = \frac{0.95 * 0.05 * (2.015)^2}{(0.05)^2} = 78$$

De acuerdo al resultado se debe evaluar a 78 personas aproximadamente, las cuales se escogen aleatoriamente en el sector de la carpintería.

5.4.2 Diseño De Instrumentos O Entrevista. El diseño fue realizado haciéndole preguntas a algunos carpinteros, a los cuales se les hizo preguntas relativas al proceso de corte y sus diferentes problemas.

5.4.3 Obtención De La Muestra Seleccionada. No probabilística ya que es una muestra demasiado pequeña pero que representa el total de los datos suficientes para análisis del problema

6. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para obtener resultados de las observaciones y análisis en la circular No. 1 de la empresa F&R se determina que el tipo de muestreo aplicable a este caso es el muestreo no probabilístico, ya que se cuenta con poca mano de obra y solo se tendrá en cuenta una máquina el total que posee la empresa.

De acuerdo al muestreo no probabilístico realizado se tiene que la producción comienza en el proceso de corte pasando luego al proceso de enderezado, donde se presenta el cuello de botella, ya que la circular No. 1 es una maquina poco moderna y se tiene inconvenientes al momento de realizar montajes o cambios de referencia.

A continuación se muestra paso a paso de las mejoras al proceso y el análisis de productividad y desperdicios en el mismo.

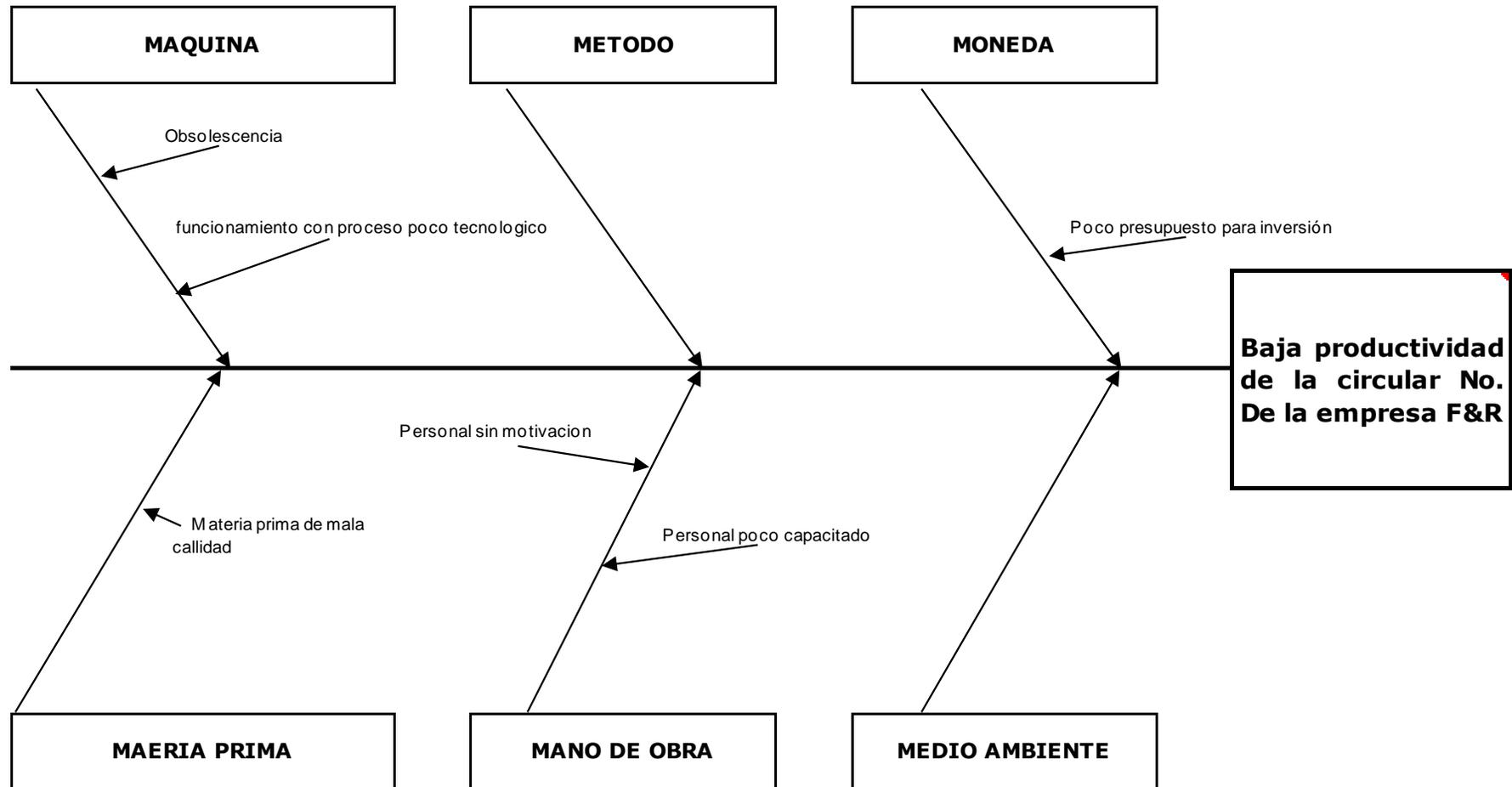
6.1 HACER DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA EN CONDICIONES ACTUALES, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA MAQUINA NÚMERO 1 DE LA EMPRESA F&R.

Se inicia con la observación directa al proceso para determinar las condiciones actuales.

Se tiene que la maquina No. 1 es el proceso productivo inicial, se requiere de 2 operarios al momento de realizar el montaje, además es indispensable ubicar un trozo de madera adicional en la máquina para dar el ángulo requerido de corte, generándose inseguridad al operar. Se realiza un análisis mediante el diagrama de

Ishikawa, con el fin de determinar las causas principales del problema en la circular No. 1.

Formato 1 Diagrama Ishikawa



Fuente: Autor

De acuerdo al análisis obtenido, se tiene que hace falta capacitación al personal y mejorar la productividad de la maquina por medio de adecuaciones tecnológicas.

El proceso de corte es evidentemente el cuello de botella para los demás procesos, retrasando producción en un promedio de 0.5 horas.

Se toma como base la producción de 40 puertas, las cuales tienen un estándar de producción de 2.25 minutos cada una, siendo un total de 90 minutos, 2 operarios para el montaje y 1 para operar.

La productividad en la maquina No. 1 de la empresa F&R inicialmente era:

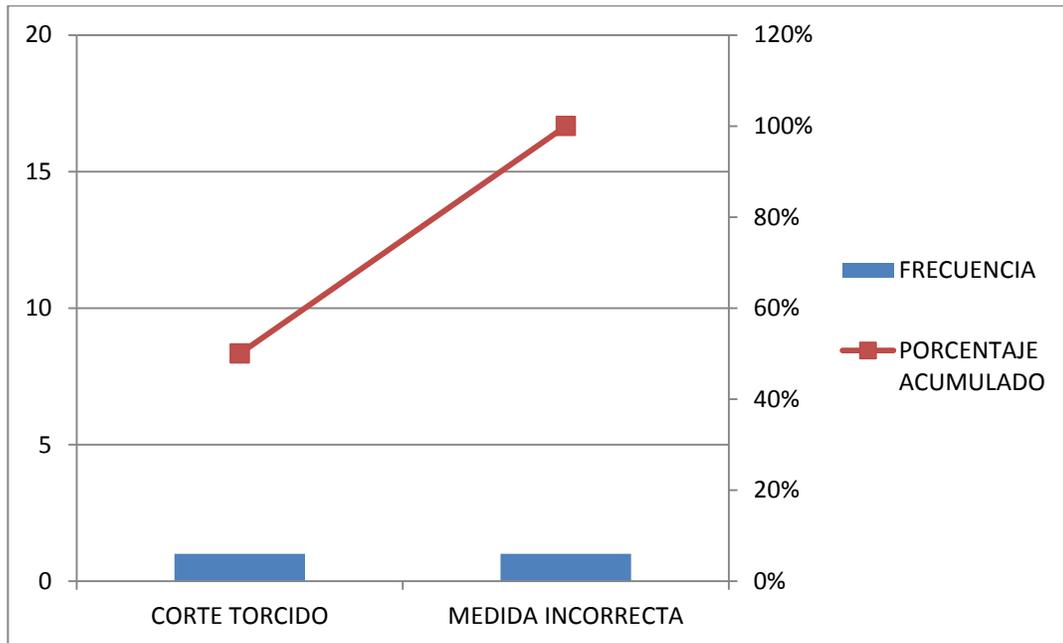
Producción total: 40 unidades

Recursos: 1.5 horas

$$\frac{40 \text{ Unds}}{1.5 \text{ Hrs}} = 26.66 \text{ Und/Hr}$$

Lo cual se evidencia en el diagrama de Pareto de los tipos de desperdicio que se presentaron durante el estudio, indicando que el 73% de las causas pertenecen al corte torcido de la pieza por fallas de maquinaria.

Grafica 1 Pareto de desperdicios en circular No. 1



Fuente: autor

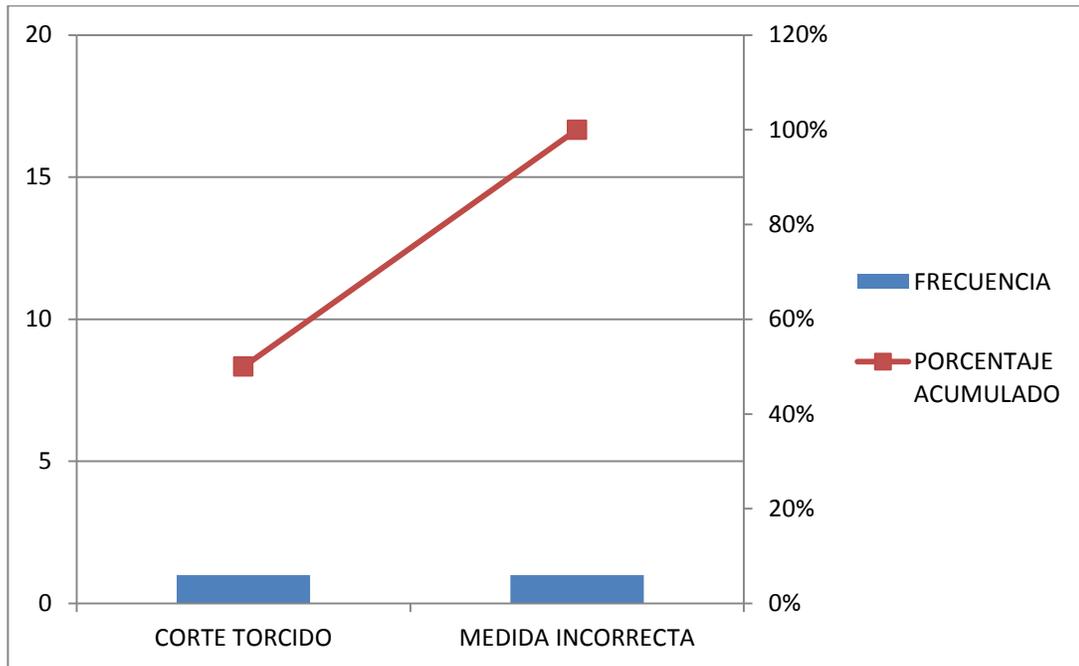
El análisis del 80-20 que arroja el diagrama de Pareto demuestra que es primordial corregir las deficiencias de la máquina que generan un mal corte de las piezas.

Al realizar las modificaciones y mejoras al proceso y la cortadora se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{40 \text{ Unds}}{1 \text{ Hr}} = 40 \text{ Und/Hr}$$

Dando una productividad del 65% más, mejorando el tiempo de entregas y disminuyéndose el costo de la materia prima y mano de obra.

Grafica 2 Pareto de desperdicios en circular No. 1 mejorada



Fuente: autor

Además se evidencia que a partir de la mejora realizada a la maquina hubo disminución de error en corte de piezas en un 23%.

6.2 EVALUAR EL NIVEL DE PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CORTE DE LA EMPRESA F&R.

Al producir 40 puertas se produce un desperdicio total de 3 unidades, lo que equivale a un costo de \$28.500, lo cual implica una pérdida del 7.5% de los costos en materia prima.

El muestreo se realizó a 2 referencias diferentes, en las que se observa que los desperdicios se dan en tiempo, mano de obra, material y maquinaria. En la siguiente tabla se muestran los resultados descritos.

Tabla 5 Desperdicios de producción

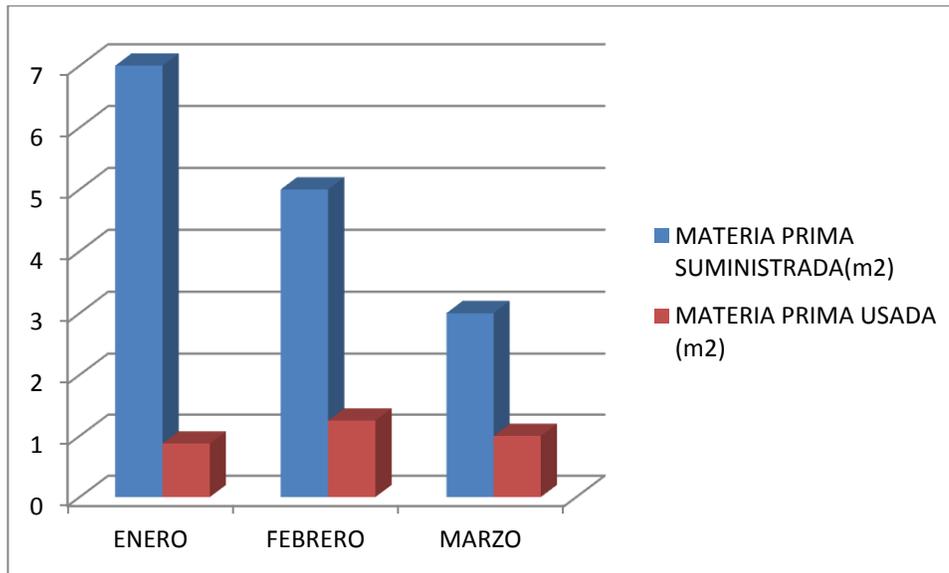
PIEZA	DEFECTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	TIEMPO REPROCESO (min)	TIEMPO REPOSICION (min)
Dintel	Medida incorrecta	2	1	1	10	12.5
Puerta	Corte torcido	6	3	2	0	10.2
TOTAL		4	2	1.5	5	11.35

Fuente: Autor

El nivel de desperdicio es en promedio el 9% del total de los recursos asignados para la producción de 40 puertas, además se tiene que el tiempo de operación de la maquina aumenta en promedio 7 minutos por referencia.

Nivel de desperdicio en términos de materia prima suministrada

Grafica 3 Desperdicios en materia prima



Fuente: Autor

En la gráfica anterior se observa que en el mes de enero hubo un desperdicio total de material de 12.5%, en febrero del 25% y en marzo del 33.3%, lo cual indica que ha aumentado la cantidad de material desperdiciado.

Los datos estadísticos obtenidos del muestreo tomado en base a la producción de 40 puertas en el proceso de corte, muestran que el nivel de desperdicio es considerable como se mencionó anteriormente.

Las cifras son las siguientes:

Para obtener 40 piezas se requiere cortar 43 unidades, dado que en promedio 3 unidades de esta referencia tienen problemas de calidad. Para la elaboración de estas unidades se necesita un total de 45 minutos.

$$\text{Corte: } \frac{40 \text{ Unds}}{43 \text{ Piezas}} = 0.93 \text{ und/pieza}$$

$$\text{Corte: } \frac{40 \text{ Unds}}{0.45 \text{ Hrs}} = 88.88 \text{ und/Hr}$$

En la empresa F&R se implementó un sistema por medio de piñones a la circular No. 1, el cual ha mejorado significativamente la efectividad de esta máquina, los resultados se evidencian en el segundo muestreo realizado, que arroja los siguientes datos.

Para producir 40 puertas se requiere de 40 unidades de corte, lo que quiere decir que no hay desperdicios en este proceso de materia prima, tiempo de máquina y mano de obra.

$$\text{Corte: } \frac{40 \text{ Unds}}{40 \text{ Piezas}} = 1 \text{ und/pieza}$$

El tiempo para la fabricación de las 40 puertas disminuyó en 5 minutos con respecto a la situación actual, teniéndose una productividad mayor de aproximadamente el 13% por unidad.

$$\text{Corte: } \frac{40 \text{ Unds}}{0.40 \text{ Hrs}} = 100 \text{ und/Hr}$$

La productividad aumento en 14 unidades lo que equivale a un 65% en la productividad total de la circular No. 1.

6.3 HACER COMPARACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ESTABLECIDA EN EL DIAGNOSTICO VS DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE TRABAJO.

Luego de 3 meses ejecutando el acondicionamiento y realizando ensayos, se realiza el análisis visual donde se evidencia que el funcionamiento de la maquina circular No. 1 de la empresa F&R es considerablemente alto y que las fallas son menos frecuentes.

En la siguiente tabla se observa que el proceso tuvo una mejora gradual y que la efectividad del mismo es positiva.

Tabla 6 Resultados de la mejora

PIEZA	DEFECTO	MARZO	ABRIL	MAYO	TIEMPO REPROCESO (min)	TIEMPO REPOSICION (min)
Dintel	Medida incorrecta	1	0	0	1	0.6
Repisas	Corte torcido	1	0	0	0	1
TOTAL		1	0	0	0.5	0.8

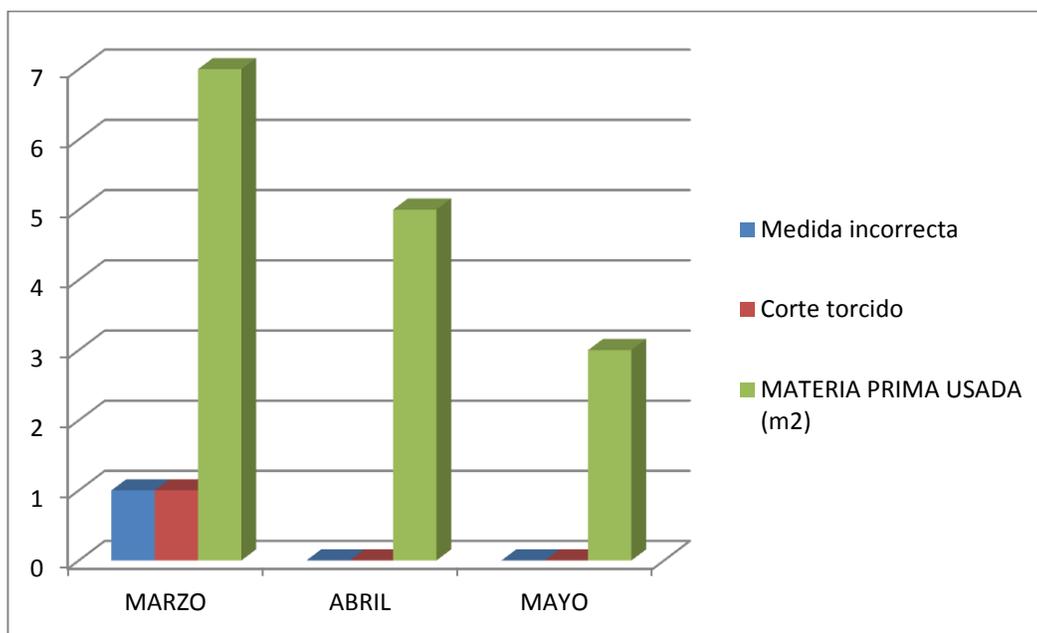
Fuente: Autor

De acuerdo a los datos anteriores es evidente que con la implementación de la mejora a la maquina circular No. 1 se obtiene un aumento en la productividad del 95.2% con respecto a los datos tomados inicialmente, ya que en comparación con los meses enero, febrero y marzo se obtuvo un total de 14 piezas defectuosas menos, siendo esto el 93.3%.

El aprovechamiento de la materia prima suministrada para producir las piezas aumentó en un 71.4% con respecto a datos tomados al iniciar este proyecto.

MATERIA PRIMA SUMINISTRADA(m2)	7	5	3
MATERIA PRIMA USADA (m2)	7	5	3

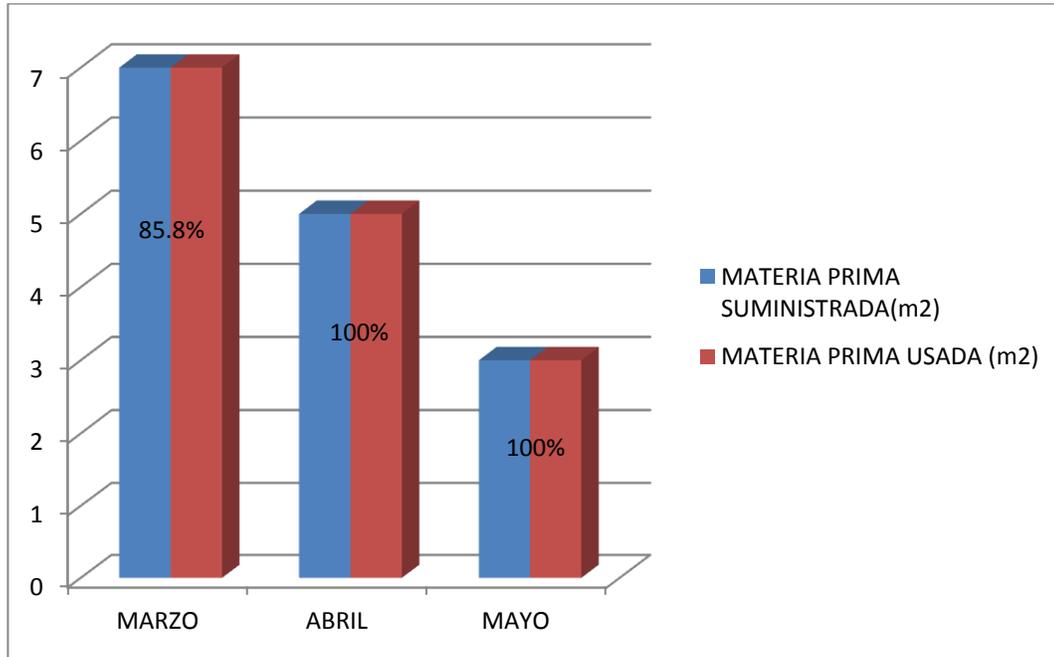
Gráfica 4 Defectos producto vs materia prima



Fuente: Autor

Como se ha visto en el desenlace de los resultados, los defectos en la producción de puertas tuvieron una disminución considerable, como se puede evidenciar en la gráfica anterior, teniéndose en el primer mes una (1) pieza defectuosa y en los dos meses siguientes se obtuvo el total de puertas de buena calidad esperadas. Es decir, el aprovechamiento de la materia prima fue del 100% aproximadamente.

Grafica 5 Materia prima suministrada vs materia prima usada



Fuente: Autor

Se evidencia en la gráfica anterior que la efectividad del proceso tuvo una mejora considerable, ya que en marzo se tuvo un aprovechamiento de materia prima del 85.8% y en los 2 siguientes meses de observación fue del 100%, tal como se explica anteriormente.

Tabla 7 Comparación de resultados antes y después de la mejora

COMPARATIVO SOBRE LA MEJORA EJECUTADA							
PIEZA	DEFECTO	MES 1		MES 2		MES 3	
		A	D	A	D	A	D
Dintel	Medida incorrecta	2	1	1	0	1	0
Repisas	Corte torcido	6	1	3	0	2	0
TOTAL		4	1	2	0	1.5	0

Fuente: Autor

en la anterior tabla se hace una comparación mes a mes del proceso de mejoramiento de productividad y la efectividad de la circular No.1 que es usada en el proceso de corte de la empresa F&R.

En conclusión el aumento de la productividad obtenido en la maquina cortadora de la empresa F&R es considerable, a que en total hubo una mejora productiva del 95.2%, dejando mejores ganancias económicas y técnicas a todo el personal.

6.3.1 Productividad Materia Prima. Se establece que del mejoramiento realizado a la maquina se derivan resultados efectivos en materia prima y mano de obra, lo cual se muestra en las siguientes formulas:

ANTES

$$P.M.P: \frac{40 \text{ Unds}}{43 \text{ Piezas}} = 0.93 \text{ und/pieza}$$

DESPUÉS

$$P.M.P: \frac{40 \text{ Unds}}{40 \text{ Piezas}} = 1 \text{ und/pieza}$$

COMPARACIÓN PRODUCTIVIDAD MATERIA PRIMA

$$P.FACTOR M.P: \frac{1 \text{ Unds}}{0.93 \text{ Piezas}} = 1.075 \frac{\text{und}}{\text{pieza}}$$

PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA

ANTES

$$\text{Corte: } \frac{40 \text{ Unds}}{0.45 \text{ Hrs}} = 88.88 \text{ und/Hr}$$

DESPUÉS

$$\text{Corte: } \frac{40 \text{ Unds}}{0.40 \text{ Hrs}} = 100 \text{ und/Hr}$$

COMPARACIÓN PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA

$$\text{P.FACTOR M.P: } \frac{100 \text{ und/Hr}}{88.88 \text{ und/Hr}} = 1.125 \text{ und/Hr}$$

6.4 DISEÑAR UN PLAN DE ACCIÓN QUE PERMITA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CORTE DE LA CIRCULAR NÚMERO 1.

Objetivo: lograr una productividad más alta en la empresa F&R

Estrategia: Realizar análisis y actividades que se requieran para ejecutar un sistema de mejoramiento continuo.

Tabla 8 Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES														
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	COMO	CUANDO											
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Hacer seguimiento al proceso de corte	Líder de proceso	Observación directa	■	■										
Tomar datos estadísticos periódicamente	Líder de proceso	Mediciones			■									
Realizar análisis de productividad y efectividad	Líder de proceso	Análisis de datos en graficas				■	■							
Ejecutar acciones necesarias	Líder de proceso	Aplicar herramientas de mejoramiento continuo						■	■	■				
Hacer seguimiento a efectividad de acciones	Líder de proceso	Tomar datos, realizar observación directa									■	■	■	

Fuente: Autor

La ejecución del cronograma se ejecuta de acuerdo a las siguientes actividades del ciclo PHVA.

PLANEAR: la productividad de la empresa F&R se está viendo afectada por la capacidad productiva y estructura de la máquina y la falta de capacitación del personal productivo, se debe intervenir la circular No. 1 con técnicas de mejoramiento y actualización de estructura funcional y entrenar constantemente a los trabajadores.

Es primordial que el análisis de efectividad sea realizado constantemente, por lo cual se deben desarrollar listas de chequeo y estandarizar el tiempo y frecuencia de estas.

Formato 2 Lista de chequeo para desperdicios

LISTA DE CHEQUEO DESPERDICIOS EN CIRCULAR NO. 1					
Fecha	unidades a producir	unidades producidas	unidades defectuosas	defecto	% desperdicio

Fuente: Autor

El trabajador de la maquina debe realizar el chequeo en cada cambio de referencia o de lote.

HACER: para dar ejecución al plan de acción, se siguen los siguientes pasos:

- Determinar sistema adecuado para instalar a la circular No. 1
- Realizar ensayos en producción
- Hacer ajustes en mejora
- Entrenar a los trabajadores
- Desarrollar listas de chequeo
- Determinar frecuencia de inspecciones a efectividad de la maquina

VERIFICAR: analizar resultados del plan de acción.

ACTUAR: definir acciones necesarias de acuerdo a los resultados obtenidos.

Tabla 9 Lista de chequeo para resultados del PHVA

LISTA DE CHEQUEO PARA EL ANALIASIS DE EFECTIVIDAD		
	SI	NO
1. Planificar :		
Se involucra a todo el personal	X	
Se recopilan todos los datos necesarios	X	
Se logró estudiar exhaustivamente los procesos involucrados	X	
2. Hacer :		
Implementar la mejora/verificar las causas de los problemas	X	
Recopilar los datos apropiados	X	
3. Verificar :		
Analizar y desplegar los datos	X	
¿Se han alcanzado los resultados deseados?	X	
Comprender y documentar las diferencias	X	
4. Actuar :		
Incorporar la mejora al proceso	X	
Comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa	X	
Identificar nuevos proyectos/problemas		X

Fuente: Autor

En la tabla anterior queda plasmado el resultado de las mediciones, observaciones y mejoras realizadas en la presente investigación, la cual demuestra resultados positivos e indica la necesidad de seguir evaluando la efectividad de los demás procesos para así definir mejoras a cada uno.

7. CONCLUSIÓN

La aplicación de herramientas de mejoramiento continuo a los procesos productivos de una empresa es en definitiva una de las mejores estrategias competitivas, ya que los resultados de estas ayudan a mejorar la efectividad, calidad y rendimiento de una empresa.

La maquinaria cada vez está más obsoleta y deja fuera de competencia a las empresas, por lo que se hace necesario adoptar medidas que empujen al mantenimiento de la competitividad y el sostenimiento en el mercado.

La acogida de estas estrategias ayudan a que las pequeñas empresas sigan vigentes y aumentando su capacidad de respuesta a los pedidos y requerimientos de los clientes.

Cuando se introduce al personal operativo en la participación activa de procesos de mejoramiento en el que se ven beneficiados, se obtiene un nivel de satisfacción e incentivación cada vez mayor. Si el personal de una empresa recibe capacitación constante aumenta la eficiencia de los procesos y es más fácil detectar problemas y atacarlos a tiempo.

8. RECOMENDACIONES

- Desarrollar programas de capacitación que le permitan al personal adoptar nuevos conocimientos en su área de trabajo a fin de proporcionar una mayor calidad en su labor. Está principalmente orientada a dar a conocer el alcance y beneficios de la implementación de la mejora continua.
- Incentivar al personal otorgándoles mejoras salariales, bonos, entre otros., motivándolos a esmerarse por disminuir los reprocesos y de esta forma lograr mantener la clientela y atraer a otros, en beneficio de la empresa.
- Se debe continuar realizando procesos de observación para atacar a tiempo aquellos problemas que conllevan a perder el ritmo productivo generando pérdidas.
- Definir un estándar productivo para cada máquina de esta forma se podrá identificar fácilmente cualquier problema que se presente, siendo esto más efectivo para cualquier proceso.

9. BIBLIOGRAFÍAS

DELGADO BENAVIDES, F. Estudio y diseño de mecanismos y sistemas de protección para las máquinas de trabajar la madera: Tupis y sierras circulares. Fundación MAPFRE, Madrid, 1.982

Delgado Benavides, F. Sierra circular para construcción. Dispositivos de protección CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA – BARCELONA, 1984.

Godoy, Pablo C. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN. Tesis de grado, Riobamba Ecuador, 2009. Extraído el 26 de febrero de 2014, desde <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/40/1/15T00415.pdf>

Aguilar, Rogelio. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PARA LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN. Tesis. San Nicolas de Hidalgo, 2007. Extraído el 26 de febrero de 2014, desde <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/3874/1/REDISEÑO%20DE%20UNA%20MÁQUINA%20AUTOMÁTICA%20PARA%20LA%20FABRICACIÓN%20DE%20PREFABRICADOS%20DE%20HORMIGÓN.pdf>

Mariaca, Yahir de J. REDISEÑO DE UNA IMPRESORA DE SERIGRAFÍA. Tesis. Cuernavaca, Morelos, 2004. Extraído el 26 de febrero de 2014, desde <http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-mktr/submenus/investigacion/tesis/7-8%20Yahir%20de%20Jesus%20Mariaca%20Beltran%20-%20Sergio%20Reyes%20Galindo.pdf>

Martínez, M. 2000. *El Concepto de Productividad en el Análisis Económico*

Marsch, J.. *Herramientas para la Mejora Continua*. Madrid: Ediciones AENOR. 2000

Thomson, P. 1984. *Círculos de Calidad. Cómo hacer que funcionen*. Editorial Norma.

Círculos de calidad". José María Peiró, Vicente González Romá. Editorial Eudema.

<http://www.manufacturainteligente.com/kaizen.htm>

ANEXOS

ANEXO 1. Encuesta sector carpintero

1. ¿Qué dificultad tiene para realizar cortes en las maquinas cortadoras?
2. ¿Qué estrategia usa para dar el ángulo a las piezas en las cortadoras?
3. ¿Qué tan seguro es el método que utiliza para que las piezas no salgan defectuosas?
4. ¿Qué tiempo utiliza para dar ángulo a las maquinas?
5. ¿Considera que es efectivo?