

**Diseño e implementación de un plan de mejoramiento del proceso productivo en la
línea eléctrica de la empresa Ryctel Ltda.**

Yineth Paola Peña Carvajal

Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniera Industrial

Directora

Piedad Arenas Díaz

Ingeniera Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2017

Dedicatoria

*A mi familia por su apoyo incondicional,
en especial a mamita y a mí papito porque gracias
a sus esfuerzos y sacrificios me han
permitido llegar hasta aquí.*

Agradecimientos

A Dios por permitirme dar este paso tan importante en mi vida y ser mi guía cuando más lo necesito.

A mi mamita y a mi papito por el apoyo incondicional en momentos de debilidad, por ser mi motor, por darme fortaleza y amor y por ser mí ejemplo a seguir en mi formación como persona y como profesional.

A mis hermanitos, por ser mis cómplices y por su compañía incondicional.

A mis sobrinitas María Alejandra e Isabella por ser el motivo de querer mejorar cada día.

A mis amigos, por todos los momentos vividos y su apoyo incondicional en mi formación profesional.

A toda la familia RYCTEL por su disposición y apoyo en el desarrollo del proyecto, en especial a la Ingeniera María Elena por su guía y colaboración.

A la profesora Piedad Arenas por su guía, dedicación, acompañamiento y compromiso con el proyecto.

Y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron para alcanzar los objetivos propuestos.

Yineth P.

Contenido		Pág.
Introducción		18
Cumplimiento de las Objetivos		20
Objetivos		21
Objetivo General		21
Objetivos específicos		21
1 Generalidades del proyecto		22
1.1 Planteamiento del problema		22
2 Desarrollo metodológico		24
2.1 Etapa I		24
2.2 Etapa II		26
2.2.1 Estudio de tiempos y determinación de capacidad de los centros de trabajo.		26
2.3 Etapa III		27
2.4 Etapa IV		30
3 Generalidades de la empresa		32
3.1 Descripción de la empresa		32
3.1.1 Objeto Social de la empresa.		32
3.1.2 Plan Estratégico.		32
3.1.3. Estructura Organizacional.		33

3.1.4. Infraestructura	34
3.1.5 Mapa de procesos.	35
3.1.6 Productos.	35
3.1.7. Materia prima.	37
3.1.8. Maquinaria.	37
4 Marco Teórico	38
4.1 Mejoramiento de procesos.	38
4.1.1 Tipos de mejora.	38
4.1.2 Procesos de Mejoramiento.	39
4.1.3 Fases del mejoramiento de los proceso de la empresa.	39
4.2 Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)	40
4.2.1 Kaizen	40
4.2.3 Anàlisis de desperdicios 5MQS.	42
4.2.3 Cinco eses.	42
4.3 Medición del trabajo	43
4.3.1 Estudios de tiempos por cronómetro.	44
4.4 Diagrama de Procesos	45
4.5 Diagrama de Recorrido	47
4.6 Anàlisis de Capacidad	47
4.7 Indicadores de Gestión	48

5 Diagnóstico General del Proceso Productivo	49
5.1 Recolección de la información	49
5.2 Descripción Actual de la Programación de la Producción.	51
5.3 Descripción del proceso productivo	52
5.4 Distribución Actual de la Planta.	58
5.4.1 Diagrama de recorrido.	58
5.5 Diagrama de Flujo del Proceso	59
5.6 Análisis de Cinco Eses	61
5.7 Análisis de desperdicios	62
5.8 Análisis de tiempos	63
5.9 Análisis de capacidad	67
5.9.1. Capacidad instalada disponible.	67
5.9.2. Capacidad utilizada.	67
5.10. Conclusión del diagnóstico	67
6 Plan de mejoramiento	71
6.1 Propuesta de Implementación del programa 5S's con el fin de mejorar las condiciones de orden y aseo en la planta.	77
6.2 Propuesta de unificar la ubicación física de los procesos productivos de la empresa en una misma planta y rediseño de planta.	82
6.2.1. Análisis de distribución general de planta.	84

6.3 Propuesta de diseñar e implementar una herramienta ofimática para controlar el tiempo real de ejecución de las actividades programadas.	91
6.4. Propuesta mejorar en el método de corte para garantizar el suministro de material al Recurso cuello de botella.	95
6.4.1 Opción 1.	95
6.4.2 Opción 2.	96
7 Actividades complementarias	99
7.1 Jornada de sensibilización sobre el mejoramiento continuo.	99
7.2 Definición de políticas que permitan mejorar la capacidad del Recurso Cuello de botella.	99
8 Conclusiones	102
9 Recomendaciones	104
Referencias Bibliográficas	105

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Desarrollo Metodológico.	24
Figura 2. Organigrama Ryctel Ltda.	34
Figura 3. Mapa de procesos Ryctel Ltda.	35
Figura 4. Etapas del diagnóstico.	49
Figura 5. Etapas del proceso productivo.	52
Figura 6. Área de corte.	53
Figura 7. Área de punzonado.	53
Figura 8. Área de dobléz.	54
Figura 9. Área de soldadura.	55
Figura 10. Área de pulido.	55
Figura 11. Área de lavado.	56
Figura 12. Área de pintura.	56
Figura 13. Área de secado.	57
Figura 14. Distribución de planta Ryctel Piedecuesta.	57
Figura 15. Distribución de planta Ryctel Bucaramanga.	60
Figura 16. Diagnòstico inicial 5S`s.	61
Figura 17. Situaciòn actual 5S`s	62
Figura 18. Diagnòstico inicial 5MQS.	63
Figura 19. Implementaciòn primera S "clasificar".	79
Figura 21. Implementaciòn tercera S "Limpiar".	81
Figura 22. Diagrama de red antes y despues de 5S`s	81
Figura 23. Ubicaciòn geografica Ryctel Ltda.	83

Figura 24. Diagrama de relación de actividades	85
Figura 25. Menú de inicio aplicativo Rycltel.	92
Figura 26. Menú de inicio aplicativo Rycltel.	92
Figura 27. Menú de entrada datos Reales	93
Figura 28. Datos de entrada para calcular tiempos teóricos.	93
Figura 29. Modelo de informe Aplicativo "tiempos Rycltel"	94

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cumplimiento de objetivos.	20
Tabla 2. Productos Ryctel Ltda.	36
Tabla 3. Simbología Diagrama de procesos.	46
Tabla 4. Las 5P's de la producción.	50
Tabla 5. Diagnóstico inicial de las 5S's.	64
Tabla 6. Ficha técnica estudio de tiempos	65
Tabla 7. Resumen tiempo tipo total.	66
Tabla 8. Capacidad Utilizada	68
Tabla 9. Análisis de capacidad por centro de trabajo.	69
Tabla 10. Plan de Mejoramiento.	72
Tabla 11. Indicador Programa 5S's.	73
Tabla 12. Eficiencia en la Fabricación Metalmecánica.	74
Tabla 13. Eficiencia Eléctrica.	74
Tabla 14. Productos No conformes	75
Tabla 15. Índice de paradas del equipo de punzonado.	75
Tabla 16. Cumplimiento de la programación Metalmecánica.	76
Tabla 17. Cumplimiento de la programación Eléctrica.	76
Tabla 18. Ficha Índice de Cumplimiento del tiempo de procesamiento.	77
Tabla 19. Porcentajes de cumplimiento de 5S's antes y después de la implementación.	82
Tabla 20. Costos de Transporte de material entre las dos sedes.	84
Tabla 21. Prioridad y Razón de relaciones.	85

Tabla 22. Matriz de Relación de actividades.	86
Tabla 23. Lead Time Antes y Después de unificar la Planta.	88
Tabla 24. Distancia entre centros de trabajo.	89
Tabla 25. Calculo del periodo de recuperación de la inversión.	90
Tabla 26. Reporte de horas en la que la máquina punzonadora permanece parada.	101

Lista de Apéndices

- Apéndice A. Diagrama de recorrido inicial
- Apéndice B. Matriz de distancias entre centros de trabajo
- Apéndice C. Lista de chequeo auditoria inicial 5s´s
- Apéndice D. Estudio de tiempos por cronometro
- Apéndice E. Diagrama de flujo del proceso productivo
- Apéndice F. Materia prima
- Apéndice G. Lista de chequeo despilfarros 5mq
- Apéndice H. Formatos control de producción por CT
- Apéndice I. Tiempos Rycotel
- Apéndice J. Presentación metodología 5s`s
- Apéndice K. Dinámica estrategia 5s`s
- Apéndice L. Poster 5s`s y asistencia a capacitación
- Apéndice M. Propuesta de distribución de planta
- Apéndice N. Diagrama de recorrido prop. eléctricos
- Apéndice O. Como funciona la aplicación cutmaste2d
- Apéndice P. Presentación mejoramiento continuo y kaizen
- Apéndice Q. Lista de asistencia cap. Mejoramiento cont.
- Apéndice R. Aplicativo “Herramienta Rycotel”
- Apéndice S. Maquinaria y equipo
- Apéndice T. Causas de despilfarros
- Apéndice U. Sistema de suplementos

Apéndice V. Auditorias 5s's lista de chequeo

Apéndice W. Diagrama de recorrido prop. Telecomunicaciones

Apéndice X. Control de orden viajera

Ver apéndices adjuntos en el CD. Puede visualizarlo en base de datos de la biblioteca.

Resumen

Título: Diseño e implementación de un plan de mejoramiento del proceso productivo en la línea eléctrica de la empresa Ryctel Ltda.

Autor: PEÑA CARVAJAL, Yineth Paola **

Palabras Clave: Procesos, mejoramiento continuo, tiempos, capacidad, indicadores de gestión.

Descripción: Ryctel Ltda. es una empresa santandereana con alrededor de seis años en el mercado, orientada a la fabricación y comercialización de productos metalmecánicos para redes eléctricas y de telecomunicaciones. Con amplia experiencia en la construcción de gabinete de piso, gabinetes de pared, canaletas, bandejas, racks de telecomunicaciones, tableros de baja tensión, celdas de media tensión y celdas para transformadores.

Este proyecto se originó principalmente con la intención de responder al compromiso de Ryctel Ltda. con el mejoramiento continuo y la satisfacción de sus clientes como propósito principal de diseñar e implementar un plan de mejoramiento del proceso productivo en la línea eléctrica de la empresa especialmente y que permita lograr un incremento en el nivel de cumplimiento a sus clientes, agilizando los procesos productivos y contribuyendo a elevar el nivel de bienestar de sus empleados.

Como primera actividad se realizó un reconocimiento de la empresa, un acercamiento con el proceso de producción actual, se realizó un diagnóstico y mediante un análisis detallado del sistema productivo se identificaron las principales falencias u oportunidades de mejora.

Seguidamente se diseñó e implementó el plan de mejoramiento incluyendo los indicadores de desempeño con el fin de evaluar los resultados a futuro de las acciones de mejora implementadas, así como también se definieron indicadores de apoyo para la toma de decisiones futuras.

Por último, este libro finaliza con las respectivas conclusiones acerca de las acciones de mejora realizadas y se enuncian las recomendaciones para dar continuidad al proceso de mejora.

* Proyecto de grado. Modalidad Práctica Empresarial.

** Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; Programa de Ingeniería Industrial. Director de proyecto: Ing. Piedad Arenas Díaz.

Abstract

Title: Design and implementation of an improvement plan of the productive process in the electrical line of Ryctel Ltda Company.

Author: PEÑA CARVAJAL, Yineth Paola **

Palabras Clave: Processes, Continuous improvement, time, capacity, management indicators.

Description: Ryctel Ltda. is a santandereana company with about six years in the market, oriented to the manufacturing and marketing of metalmechanical products for electrical and telecommunication networks. With a wide experience in the construction of floor Cabinet, wall cabinets, gutters, trays, telecommunication racks, boards of low voltage, medium voltage cells and cells for transformers.

This project was mainly originated with the intention of responding to the commitment of Ryctel Ltda. with the continuous improvement and customer satisfaction as its main objective is especially to design and implement a plan for improving the productive process in the electrical line of the company and to achieve an increase in the level of compliance to their customers, streamlining processes and helping to raise the level of well-being of their employees.

As a first activity, a recognition of the Company was made, also, there was a rapprochement with the actual production process, a diagnosis and through a detailed analysis of the productive system, the main weaknesses or opportunities for improvement were identified.

Then, an improvement plan was designed and implemented: including the performance indicators in order to assess the results of the improvement actions; implement, as well as indicators of support for future decision-making.

Finally, this book ends with the respective conclusions about the improvement actions undertaken and sets out recommendations for giving continuity to the process of improvement.

* Degree Project: Modality business practice.

** Universidad Industrial de Santander. Faculty of Engineering Phisics-Mechanical, Shool of Industrial and Business Studies, Industrial Engineering Program;Enginner Piedad Arenas Díaz, Project Manager

Introducción

Ryctel Ltda, es una empresa santandereana con aproximadamente seis años de trayectoria, dedicada a la fabricación y comercialización de productos metalmecánicos para redes eléctricas y de telecomunicaciones; la empresa cuenta con maquinaria especializada para sus procesos y medios eficientes de producción, no obstante presenta debilidades y dificultades en la ejecución e incumplimientos con la programación de sus actividades. A lo anterior se suma falta optimización de sus operaciones, por lo que el uso de la capacidad instalada es ineficiente; además, existen Lead Times elevados representados en tiempo de transporte, lo que incrementa el nivel de incumplimientos en las entregas a los clientes finales. Asimismo, en la actualidad para lograr ser competitivo y permanecer en el mercado una empresa debe estar en constante revisión y realizar mejoramiento continuo de acuerdo a las necesidades del sector.

La empresa es consciente de lo expuesto anteriormente por lo que el presente proyecto surge como respuesta al compromiso de Ryctel Ltda. con el mejoramiento continuo y la satisfacción de sus clientes, busca por medio de la aplicación de diferentes propuestas mejorar sus proceso productivos, superar los niveles de satisfacción del cliente y aportar al bienestar de sus empleados.

El desarrollo del proyecto se inicia por medio de un diagnóstico general identificando las actividades y las operaciones relacionadas con el proceso productivo de la empresa, y se evalúan los procesos por medio de herramientas de análisis como: análisis 5`s y análisis de despilfarros, además, se elabora el diagrama de flujo del proceso y el diagrama de

recorrido del mismo. Por otro lado, se realiza un estudio de tiempos que permite determinar la capacidad instalada de la planta e identificar los recursos restrictivos en la producción teniendo en cuenta el producto más representativo. Finalizada la etapa de análisis se procedió a identificar las oportunidades de mejora, se diseñaron propuestas de mejora y se seleccionaron para su ejecución las que mejor se adaptan al objetivo del proyecto y a los recursos y tiempos disponibles para su ejecución.

Como apoyo a lo anterior se capacitó en las metodologías a implementar y se diseñó una herramienta ofimática que permite controlar en tiempo real la ejecución de las actividades programadas. Adicionalmente y para evaluar el impacto de las mejoras se diseñaron indicadores de desempeño de medición de resultados. Finalmente se encuentran las conclusiones y recomendaciones sugeridas a la empresa.

Cumplimiento de las Objetivos

Tabla 1. *Cumplimiento de objetivos.*

Objetivo	Cumplimiento
Realizar el diagnóstico del proceso productivo en la línea eléctrica de la empresa Ryctel Ltda., para identificar las oportunidades de mejora.	Capítulo 5
Determinar la capacidad de producción de la planta, por medio de un estudio de tiempos, en la línea de productos eléctricos.	Capítulo 5, numeral 5.8 y numeral 5.9
Diseñar e implementar una herramienta ofimática como apoyo a la planificación del proceso productivo en la línea eléctrica.	Capítulo 6, numeral 6.3
Plantear e implementar alternativas de mejora para la estandarización de los procesos y programación de las operaciones en la línea de productos eléctricos.	Capítulo 6
Diseñar y aplicar una jornada de sensibilización al personal de Ryctel Ltda. Sobre la importancia que tiene el mejoramiento continuo en la empresa.	Capítulo 6
Establecer e implementar un sistema de indicadores de gestión para llevar un control de las mejoras realizadas.	Capítulo 6

Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar mejoras en el proceso productivo en la línea eléctrica de la empresa Ryctel Ltda, que le permita alcanzar mayores niveles de eficiencia en sus operaciones.

Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico del proceso productivo en la línea eléctrica de la empresa Ryctel Ltda., para identificar las oportunidades de mejora.
- Determinar la capacidad de producción de la planta, por medio de un estudio de tiempos, en la línea de productos eléctricos.
- Diseñar e implementar una herramienta ofimática como apoyo a la planificación del proceso productivo en la línea eléctrica.
- Plantear e implementar alternativas de mejora para la estandarización de los procesos y programación de las operaciones en la línea de productos eléctricos.
- Diseñar y aplicar una jornada de sensibilización al personal de Ryctel Ltda. sobre la importancia que tiene el mejoramiento continuo en la empresa.
- Establecer e implementar un sistema de indicadores de gestión para llevar un control de las mejoras realizadas.

1 Generalidades del proyecto

1.1 Planteamiento del problema

Ryctel Ltda es una empresa que ha tenido un constante crecimiento a nivel de infraestructura; en un principio se contaba con una sede de trabajo en el municipio de Piedecuesta, Santander, pero debido a las exigencias del mercado adquirió maquinaria especializada por lo que se decidió buscar un espacio más amplio para sus instalaciones. Para ello, se abrió una nueva sede en la ciudad de Bucaramanga, donde traslado sus operaciones metalmecánicas lo que le ha permitido aumentar su capacidad productiva. Actualmente en la sede de Piedecuesta únicamente se trabaja el ensamble eléctrico de los productos. Es por esto, que la empresa se ve en la necesidad de estar mejorando continuamente su sistema productivo debido a los cambios que exige el mercado hoy en día.

En la empresa se trabajan dos líneas de producción, la línea de telecomunicaciones y la línea eléctrica. Dentro de esta última, se encuentran los tableros autosoportados, los cuales han venido fabricándose a la medida del cliente, y es uno de los productos que genera más utilidades, por lo que se hace necesario evaluar su sistema productivo.

Por medio de un diagnóstico de la situación actual de la empresa, a través de herramientas cualitativas y cuantitativas, se ha evidenciado que la empresa presenta falencias con el cumplimiento en las fechas de entrega del producto a sus clientes, además, elevado Lead Time de sus productos representado principalmente por largos trayectos de transporte de producto en proceso, la falta de optimización en sus procesos hace que se

presenten mayores niveles de desperdicios y elevados tiempos de procesamiento, lo que aumenta los costos de producción y baja la productividad.

La planta de producción principal está dividida en dos niveles, lo que genera condiciones de inseguridad a los operarios por el movimiento que se debe hacer de un nivel a otro para transportar el material, ya que no existe un sistema eficiente de transporte. Asimismo, existen falencias en la planeación y cumplimiento de los programas de producción, ya que frecuentemente se interrumpe la programación con el objetivo de despachar pedidos urgentes. Con frecuencia la disponibilidad de materia prima como lámina y pintura es mínima, lo que genera retrasos en las operaciones y aumento en los tiempos de producción.

Los directivos han tomado la decisión de estandarizar los productos, pero no se cuenta con documentación que facilite la ejecución de los procesos, no se conocen los tiempos de producción para determinar los tiempos de entrega y no se tiene una planeación para la compra de materia prima.

Ryctel Ltda, con el fin de crecer y mantenerse en el tiempo está comprometida con el mejoramiento continuo, y por ello surge la necesidad de implementar mejoras en el proceso actual de fabricación, con el fin de aumentar sus niveles de cumplimiento, reducir el tiempo de producción y aumentar la productividad.

2 Desarrollo metodológico

La metodología que se siguió en el desarrollo de este proyecto está definida por 4 etapas principales, como se representa en la *figura 1*.

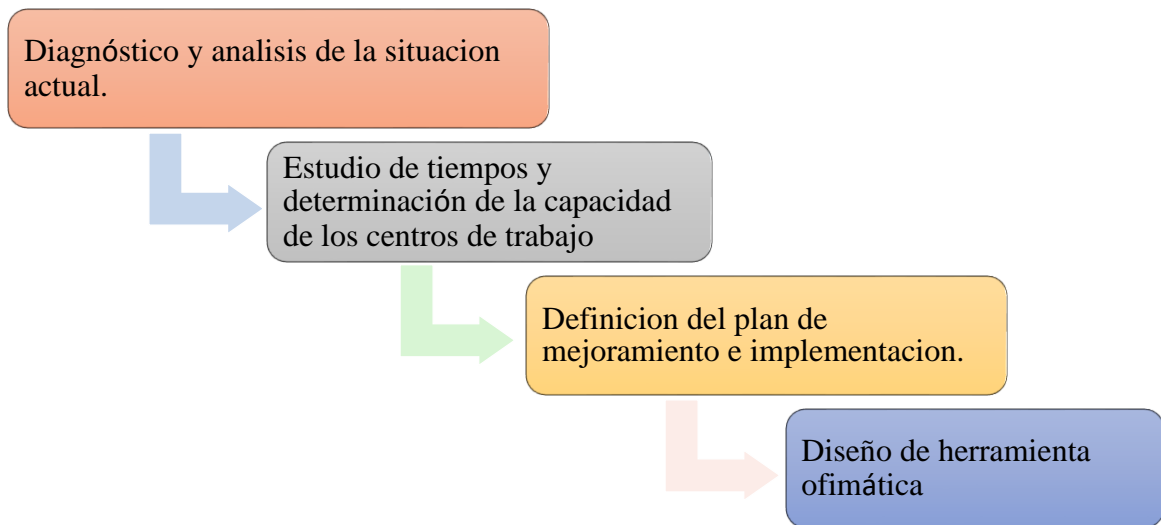


Figura 1. Desarrollo Metodológico.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las etapas que componen la metodología desarrollada en este proyecto.

2.1 Etapa I

2.1.1 Diagnóstico y análisis de la situación actual: Esta etapa se inició con una compilación de información, teniendo en cuenta los recursos directos de la producción, denominados las 5P's de Chase: Planta de producción, personas, procesos, partes y planificación y control. Para esto fue necesaria la aplicación de la observación directa y entrevistas con el personal involucrado en los procesos, lo que permitió obtener una visión macro del estado inicial de la empresa respecto a:

- **Planta de producción:** Este análisis se realizó mediante el levantamiento del plano de distribución actual, tanto para la planta de Bucaramanga como para la planta de Piedecuesta, también se elaboró el diagrama de recorrido para el proceso, el cual inicia en el almacén de lámina y finaliza en la salida de la fábrica para la posterior entrega al cliente final como se puede observar en el *apéndice A*, también se establecieron las distancia entre los centros de trabajo, estas se encuentran consignadas en el *apéndice B*.

Adicionalmente se realizó una auditoria 5S's mediante la aplicación de una lista de chequeo (*apéndice C*), para esta se tuvo en cuenta el criterio de un operario de la planta, la tutora y el autor del proyecto con el fin de minimizar la subjetividad, esta permitió medir el nivel inicial respecto a las condiciones de aseo, orden y limpieza dentro de la planta de trabajo.

- **Personas:** Teniendo en cuenta la jornada laboral, los turnos de trabajo, los horarios estipulados para descansos y hora de almuerzo, se estimó la capacidad instalada disponible con base en los resultados del estudio de tiempos (*apéndice D*); también se calculó la capacidad utilizada demostrada, para esto se realizaron observaciones aleatorias durante varios días en lapsos de tiempo diferentes y se calculó el porcentaje de tiempo productivo respecto al tiempo observado, esto con el fin de conocer el porcentaje de utilización del recurso restrictivo de capacidad, por ser este el que marca el ritmo de producción de la planta (*Capítulo 5, sección 5.9*).

- **Procesos:** Este factor se analizó mediante la elaboración del diagrama de flujo de proceso (*apéndice E*), el cual inicia con la actividad de llevar la lámina del almacén al área de corte y finaliza con llevar el producto final a la zona de producto terminado o salida de la planta. Adicionalmente se definieron las etapas del proceso productivo

mediante la observación directa y entrevistas con el personal, la descripción de cada una de estas etapas se puede observar en el *capítulo 5, sección 5.3*.

- **Partes:** Para el análisis de esta sección se revisó la documentación disponible, también se realizaron entrevistas al personal involucrado y se compilo información acerca de la materia prima utilizada, su función dentro del proceso productivo y sus principales proveedores (*apéndice F*).

- **Planificación y control:** No se encontró información sobre la existencia de algún método de planificación, tanto para programación de producción como para planeación de requerimiento de materiales.

Adicionalmente, con el fin de medir el nivel de despilfarros respecto a los siguientes factores: Personas, maquinaria y equipo, materiales, dirección, métodos, calidad y seguridad se realizó una auditoria mediante la aplicación de una lista de chequeo de despilfarros 5MQS (*Apéndice G*).

2.2 Etapa II

2.2.1 Estudio de tiempos y determinación de capacidad de los centros de trabajo.

Para determinar la capacidad de producción instalada en cada centro de trabajo y conocer los tiempos de procesamiento, se realizó un estudio de tiempos; por disposición de la empresa para este estudio se utilizó la técnica de toma de tiempos por cronómetro para el producto definido por los directivos de la empresa como el más representativo “Tablero autosoportado”. Inicialmente se definieron los ciclos y los elementos que hacen parte de cada operación para proceder a tomar los tiempos de cada uno de ellos, la información respecto al estudio de tiempos la podemos encontrar en el *apéndice D*. Teniendo en cuenta los recursos tanto humanos como físicos se procedió a calcular la capacidad instalada disponible y capacidad utilizada, además se identificó el recurso restrictivo de capacidad

dentro de la planta, esta información se encuentra consignada *en el capítulo 5, sección 5.9.*

También se revisaron los datos consignados en los formatos de control de producción de cada área de trabajo, especialmente se enfatizó en las casillas de hora de inicio y hora de finalización del proceso, esto con el fin de determinar el tiempo de producción de los demás productos fabricados en la empresa, este formato se puede observar en el *apéndice H* y el resultado de este análisis, es decir los tiempo de procesamiento de los demás productos fabricados por la empresa se encuentran consignado en el *apéndice I.*

2.3 Etapa III

2.3.1 Definición del plan de mejoramiento. Una vez realizado el diagnóstico se llevó a cabo la definición del plan de mejoramiento a implementar (*Capítulo 6*), con base en las oportunidades de mejora identificadas se establecieron acciones de mejora y para cada una de ellas se definieron: objetivo, actividades a realizar para su implementación, responsable o responsables de su desarrollo y tiempo estimado para su implementación, esta información se encuentra resumida en la *tabla 10.*

Adicionalmente se establecieron una serie de indicadores de desempeño con el fin de medir el impacto a futuro de algunas de las mejoras implementadas. También se plantearon indicadores que permitieran un enfoque claro para el apoyo en la toma de decisiones futuras. Para cada indicador se elaboró su respectiva ficha técnica que consta de: nombre del indicador, objetivo, fuente de obtención de los datos, fórmula para calcular dicho indicador, frecuencia con la que se va calcular, la unidad y el responsable de su control y cumplimiento (*Tablas 11- Tabla 18*).

2.3.2 Implementación del plan de mejoramiento

En la definición del plan de mejoramiento se estableció la implementación de 4 acciones de mejora, a continuación se enuncian tres de estas, la faltante hace parte de la siguiente etapa del proyecto.

- Inicialmente se realizó la implementación de la metodología 5S`s, para dar inicio a esta fue necesaria la realización de una capacitación, la cual se realizó el día 11 de octubre de 2016 y se contó con la participación de un operario por cada centro de trabajo, allí se dio a conocer al personal de la planta la metodología japonesa de las 5S`s, se mostraron los pasos para su implementación, sus beneficios y finalmente se realizó una dinámica para afianzar los conceptos y ejemplificar sobre los beneficios de esta metodología.

En los *apéndices J, K y L* se muestra la presentación utilizada para exponer sobre la metodología 5S`s, la presentación con la dinámica de 5S`s y un poster alusivo a la metodología que fue entregado para ser colocado en la cartelera principal y cerca de las distintas áreas de trabajo, así como también encontramos la lista de asistencia a dicha capacitación, lo anterior se muestra como evidencia de la realización de esta actividad.

Adicionalmente se programó la realización de una jornada 5S`s la cual se llevó a cabo el día sábado 29 de octubre de 2016 y se contó con la participación del personal operativo de la planta metalmecánica. En esta jornada se eliminaron los elementos innecesarios, se organizaron y se limpiaron los centros de trabajo, esta sirvió como base de la implementación de la metodología.

También se estableció que cada operario tiene 15 minutos al final de la jornada para organizar su sitio de trabajo. La información detallada acerca de la implementación de este programa se encuentra en el *capítulo 6, sección 6.1*.

- Para la implementación de la propuesta de unificación física de las plantas de trabajo se elaboraron inicialmente los planos de distribución de planta, se realizó un análisis de distribución general de planta (*capítulo 6, sección 6.2.1*). Adicionalmente con la participación de los interesados en la propuesta se elaboró el plano de rediseño de planta (*apéndice M*) y se elaboró también el diagrama de recorrido propuesto (*apéndice N*). También se coordinó con la gerencia el despeje y la remodelación del cuarto piso de la planta de Bucaramanga, con el propósito de adecuar allí las áreas de almacén de insumos eléctricos y de ensamble y laboratorio de pruebas eléctricas, con sus respectivos equipos.

La remodelación inicio a mediados del mes de Febrero del 2017 y el traslado de la planta como tal se realizó la semana que va del 27 al 31 de marzo.

- Con el propósito de mejorar el método de corte, buscando garantizar el suministro de material al Recurso cuello de botella, junto con la tutora del proyecto y el coordinador metalmecánico se definieron dos acciones de mejora:

Primera, asignar a la persona encargada de mecanizar la tarea de tomar las medidas del programa de mecanizado, realizar los cálculos necesarios y consignar las dimensiones generales de cada una de las partes presentes en las distintas ordenes de producción. Esta tarea se debe realizar antes de entregar los planos en la planta.

Segunda, se investigó sobre programas que optimizan el uso del material y entregan los planos de corte directamente. De esta revisión surgió la implementación de la aplicación CutMaster2D Pro, aplicación gratuita que de acuerdo a la medida de la lámina

y las partes a cortar entrega un plano de corte optimizando el uso del material (*Capítulo 6, sección 6.4.2 y Apéndice O*), esto para cuando se programen lotes de producción.

Dentro del marco de este proyecto se realizó también una capacitación con el fin de sensibilizar sobre la importancia del mejoramiento continuo y la participación activa de todos los empleados en los diferentes proyectos de mejora, esta capacitación tuvo lugar en las instalaciones de la planta el día 6 de diciembre de 2016. En el *apéndice P y Q* se puede observar la presentación de dicha capacitación y la lista de asistencia a esta respectivamente.

Finalmente se definieron una serie de políticas y recomendaciones con el objetivo de mejorar la capacidad del Recurso Restrictivo.

2.4 Etapa IV

- **Diseño de una herramienta ofimática.** Esta herramienta tiene como propósito de controlar el tiempo real de ejecución de las actividades programadas respecto al tiempo planeado (*apéndice I*). La ejecución de esta propuesta inicio con la definición de las bases de datos de tiempos, los cuales se obtuvieron luego de realizar una depuración de la información consignada en los controles de producción de cada centro de trabajo, esto para determinar los tiempos de procesamiento de los diferentes productos fabricados en la empresa. A partir de estos y del estudio de tiempos por cronometro, se elaboró un aplicativo utilizando bases de datos y macros en Excel, esta aplicación tiene como datos de entrada el producto, el tipo de producto, la cantidad a procesar y el respectivo proceso a programar, con base a estos datos esta aplicación muestra el tiempo planeado para la realización de dicha tarea.

La aplicación también permite registrar los tiempos programados en una base de datos para poder compararlos posteriormente con los tiempos reales de procesamiento. Adicionalmente, de ser requerido por el usuario, la herramienta genera informes mensuales por centro de trabajo donde indica el porcentaje de cumplimiento de los tiempos reales de procesamiento respecto a los tiempos planeados. El aplicativo se encuentra en el *apéndice R*.

3 Generalidades de la empresa

3.1 Descripción de la empresa

Ryctel Ltda. es una sociedad perteneciente al sector manufacturero, dedicada a la fabricación y comercialización de productos metalmecánicos eléctricos y de telecomunicaciones.

3.1.1 Objeto Social de la empresa. Ryctel Ltda. es una empresa orientada a la fabricación y comercialización de productos metalmecánicos para redes eléctricas y de telecomunicaciones. Con amplia experiencia en la construcción de racks de telecomunicaciones, tableros de baja tensión, celdas de media tensión y celdas para transformadores. (Ryctel Ltda., 2016)

3.1.2 Plan Estratégico. La empresa cuenta con un planteamiento estratégico como sigue:

3.1.2.1 Misión. Ryctel es una empresa que tiene como misión generar soluciones para el sector eléctrico y de telecomunicaciones, la cual está orientada a la fabricación de productos metalmecánicos y el desarrollo de proyectos de ingeniería a la medida del cliente. Lo que diferencia a Ryctel de sus competidores es su constante innovación, flexibilidad y comprensión del que hacer comercial de sus clientes, además de la capacidad técnica y de gestión que garantiza el éxito en los proyectos. (Ryctel Ltda., 2016)

3.1.2.2 Visión. Ryctel tiene como visión consolidarse para el año 2017 como una de las compañías líderes en el sector eléctrico y de telecomunicaciones, en el ámbito

nacional. Esto se logrará a través de nuevas estrategias que permitan la satisfacción de sus clientes, por medio del desarrollo tecnológico, la excelencia del talento humano, la óptima calidad de sus productos y la puesta en marcha de proyectos competitivos que satisfagan las necesidades individuales de los clientes (Ryctel Ltda., 2016).

3.1.2.3 Política de calidad. Ryctel Ltda. Tiene como política de calidad su compromiso con la satisfacción del cliente. “Nuestro concepto de calidad se ve reflejado en nuestro firme compromiso con los clientes que buscan satisfacer necesidades, requerimientos y expectativas en nuestros productos. Queremos impulsar una cultura de calidad en nuestro servicio, que se base en los principios de liderazgo y desarrollo del recurso humano y compromiso con nuestras operaciones (Ryctel Ltda, 2016).

3.1.2.4 Responsabilidad Social Corporativa. Ryctel Ltda. “Somos una empresa que trabaja por el desarrollo social de la región. Más que vender productos trabajamos para el progreso del país, garantizando un mejor futuro para las siguientes generaciones, a través de la conservación del medio ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida de nuestros clientes, empleados y accionistas.” (Ryctel Ltda, 2016)

3.1.3. Estructura Organizacional.

3.1.3.1 Número de empleados. Ryctel Ltda. Cuenta con 45 empleados directos y 1 empleo indirecto. En el área de producción trabajan: 17 personas en la planta de Bucaramanga y 10 operarios en la planta de Piedecuesta; el número restante de empleados están distribuidos en las demás áreas de la empresa. El área de producción de la planta de Bucaramanga labora actualmente 24 horas con turnos de 12 horas cada uno; y en la planta de Piedecuesta se laboran 16 horas diarias, con turnos de 8 horas.

3.1.3.2 Organigrama

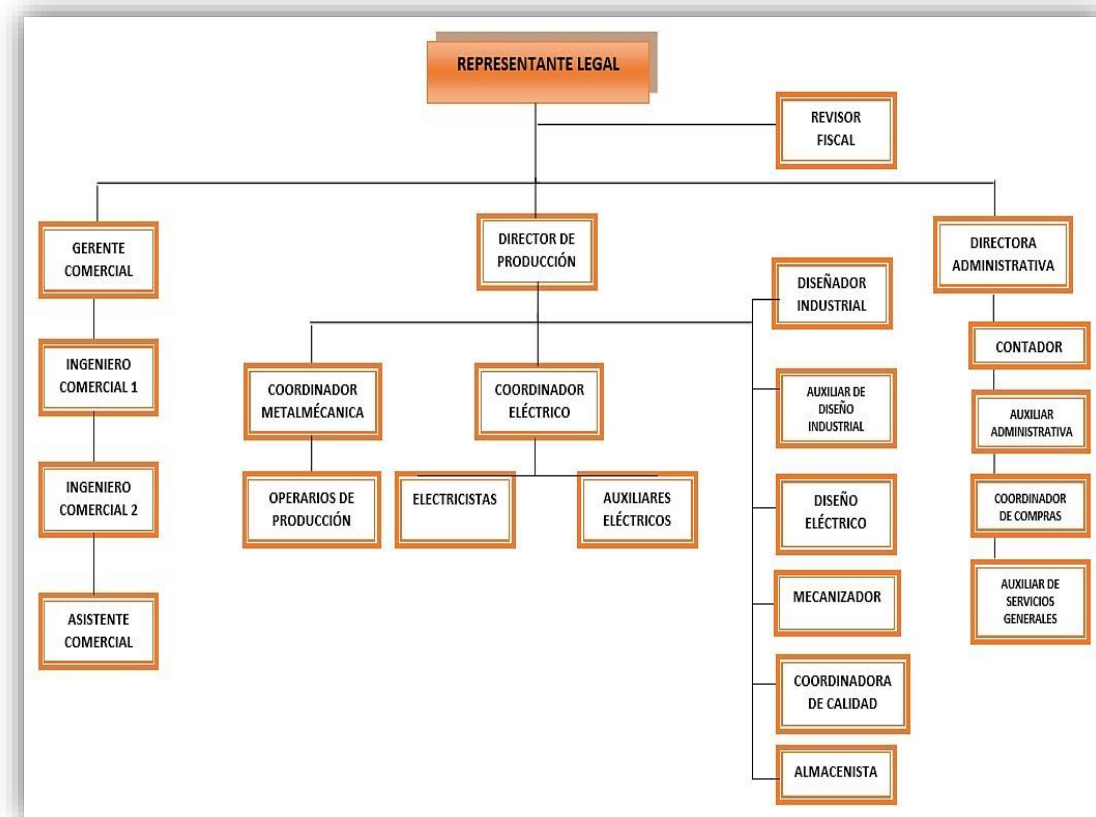


Figura 2. Organigrama Ryctel Ltda.

3.1.4 Infraestructura. Sus instalaciones principales se encuentran ubicadas en la ciudad de Bucaramanga Colombia, en la Carrera 15 No. 7- 33. Allí funcionan el área administrativa, área de diseño y de producción metalmecánica; adicionalmente cuenta con otra planta donde se realizan el ensamble y pruebas eléctricas a sus productos, ubicada en la carrera 7 No 4-16 en el municipio de Piedecuesta, Santander, Colombia.

3.1.5 Mapa de procesos.

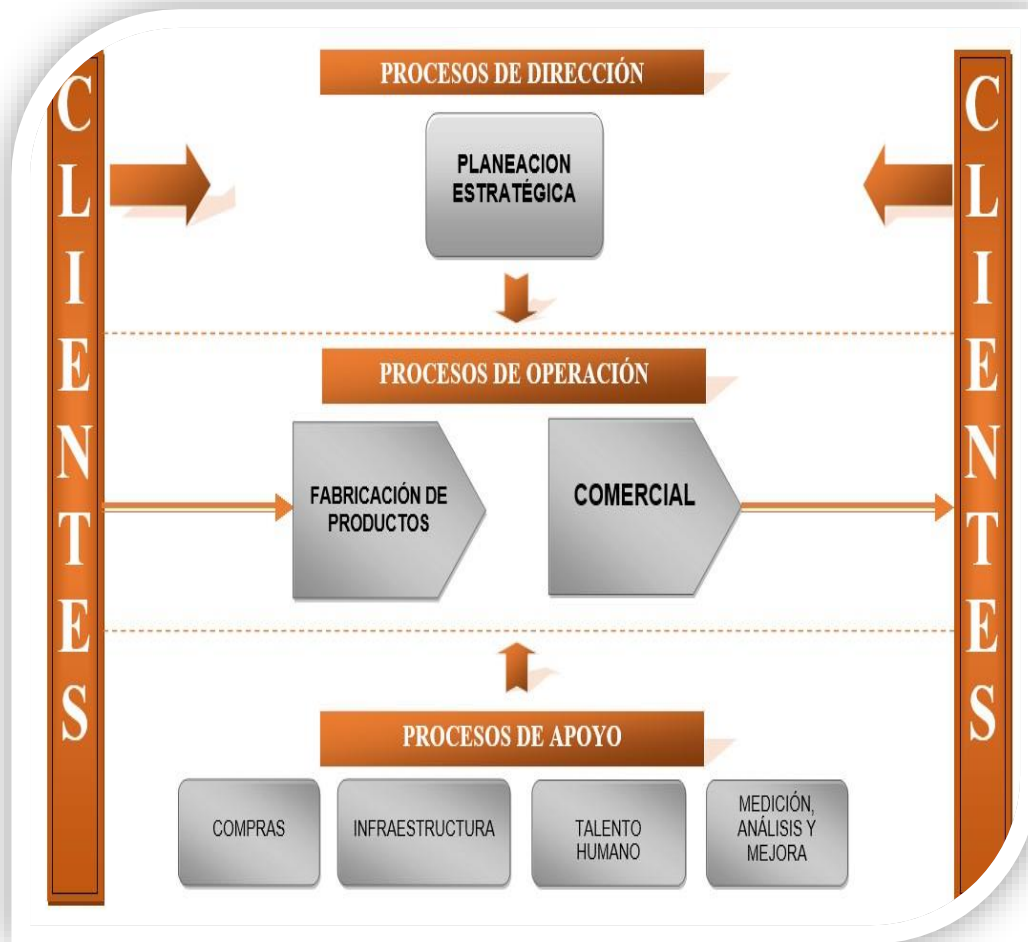


Figura 3. Mapa de procesos Rycotel Ltda.

3.1.6 Productos. Rycotel Ltda. maneja dos líneas de productos (*Tabla 2*): Línea de productos eléctricos y línea de telecomunicaciones.

Tabla 2. *Productos Ryctel Ltda.*

PRINCIPALES PRODUCTOS RYCTEL LTDA.	
Línea de productos Eléctricos	Línea de productos de Telecomunicaciones
<p>Tableros Autosoportados</p> 	<p>Canaletas Metálicas</p> 
<p>Tableros de montaje en pared o tipo intemperie</p> 	<p>Gabinete de Piso</p> 
<p>Tablero de medidores.</p> 	<p>Gabinete de Pared</p> 
<p>Celdas</p> 	<p>Racks</p> 
	<p>Bandejas</p> 
	<p>Multitomas</p> 

3.1.7. Materia prima. En el proceso de fabricación de los productos eléctricos se utiliza la lámina como la principal materia prima. En el *Apéndice F* se puede encontrar la descripción de la materia prima utilizada y su función dentro del proceso productivo.

3.1.8. Maquinaria. Ryctel, actualmente cuenta con maquinaria especializada para las áreas de corte, punzonado y doblado; también se encuentran equipos convencionales necesarios para el desarrollo de las operaciones del área de soldadura y pulido; además, en la planta hay existencia de una cabina de pintura, tanques de lavado, horno industrial, entre otros. En el *Apéndice S* se encuentra con mayor descripción la maquinaria utilizada.

4 Marco Teórico

4.1 Mejoramiento de procesos.

El mejoramiento de procesos es una metodología que permite a las empresas identificar los procesos importantes en la cadena de valor, para luego mapearlos e identificar las mejoras estructurales. (Eficiencia Gerencial y Productividad S.A., 2016)

Estas mejoras generalmente se enfocan en la eliminación de:

- Cuellos de botella.
- Reprocesos
- Actividades que no añaden valor
- Esfuerzos perdidos
- División del trabajo innecesaria
- Inconsistencia.

La metodología de mejoramiento de procesos está orientada a reducir el tiempo de ciclo de los procesos, aumentar la velocidad de respuesta del proceso, incrementar la productividad y buscar la optimización.

4.1.1 Tipos de mejora. Existen dos tipos principales de mejora:

- **Mejora Tipo parche:** Es una mejora provisional enfocada en el síntoma, surge cuando se presenta un problema para corregirlo.
- **Mejora Tipo Radical:** Este tipo de mejora surge de una política de mejora continua para prevenir la ocurrencia de problemas y está orientada a las causas.

4.1.2 Procesos de Mejoramiento.

- Implementación de 5S`s
- Implementación de Lean Manufacturing.
- Rediseño del proceso productivo.
- Reducción de desperdicios
- Mejoramiento de entorno laboral
- Rediseño de la planta de producción.

4.1.3 Fases del mejoramiento de los proceso de la empresa. Según James Harrington (1993) existen cinco fases para el mejoramiento continuo de las empresas, estas son:

4.1.3.1. Fase I

- **Mejoramiento continuo:** El mejoramiento del proceso requiere que se realice la valoración del proceso mediante revisiones periódicas que permitan identificar y eliminar los problemas del proceso, y de esta forma evaluar el impacto que se tiene sobre la empresa.

4.1.3.2. Fase II

- **Describir el proceso:** La descripción del proceso permite conocer la forma en que se realiza y las etapas que requiere. Las herramientas utilizadas para describir el proceso son el diagrama de flujo y el diagrama de recorrido de actividades del proceso.

4.1.3.3. Fase III

- **Analizar el proceso:** Es necesario analizar la productividad mediante el análisis del diagrama de flujo de proceso, diagrama de recorrido, 5S´s, desperdicios y entorno de trabajo.

4.1.3.4. Fase IV

- **Identificar centros de trabajo críticos y sus causas:** Es necesario analizar los puestos de trabajo desde la perspectiva ergonómica, herramientas y maquinaria empleada.

4.1.3.5. Fase V

- **Mediciones y Controles:** Se debe realizar medición a los procesos para establecer los objetivos que permitan la mejora mediante canales de retroalimentación. Es necesario auditar los procesos periódicamente para medir la efectividad.

4.2 Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)

Según Rajadell (2010, pág. 2) la manufactura esbelta es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Por otro lado, afirma Villaseñor (2007, pág. 19) que producción esbelta quiere decir hacer más con menos: menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales; siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea. Lean manufacturing proporciona herramientas de mejoramiento como: TPM, 5S's, SMED, Kanban, Kaizen, Poka Yoke, 5MQS, entre otras, que permiten a la empresa mejorar la eficiencia en sus operaciones.

4.2.1 Kaizen. Es el término japonés para el mejoramiento continuo, y es el proceso para hacer mejoras incrementalmente, no importa lo pequeñas que sean, y alcanzar las metas de lean de eliminar todos los desperdicios, que generan un costo sin agregar valor. Cuando se aplica al lugar de trabajo, kaizen significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual (Villaseñor, 2007, pág. 85).

En un proceso de mejora continua las personas constituyen el capital más importante, según Taiichi Ohno “los recursos humanos son algo que se encuentran por encima de toda medida. La capacidad de esos recursos puede extenderse ilimitadamente cuando toda persona empieza a pensar”, y es que los operarios están en permanente contacto con el medio de trabajo, son los primeros interesados por la organización del puesto, los mejor colocados para captar los problemas antes que nadie y en muchos casos los más capaces para imaginar las soluciones de mejora (Rajadell, 2010, págs. 13-14).

4.2.2 Análisis de desperdicios 5MQS. La empresa Toyota definió desperdicio como “todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción” (Ortiz Pimiento, 1999, pág. 23). Todas las acciones que realiza una empresa deben enfocarse a agregarle valor al producto, para hacerlo importante para el cliente. Pero todas aquellas cosas que no obtengan este objetivo serán tomadas como desperdicio. Usando la clasificación de 5MQS cada uno de los 7 desperdicios se mencionan a continuación (Ortiz Pimiento, 1999, págs. 24-25):

- **Personas:** Cualquier acción que el personal realice que no le añada valor al producto.
- **Máquinas:** Este desperdicio hace referencia al tiempo que se pierde relacionado con máquinas.
- **Material:** EL uso de materiales innecesarios, costosos o que simplemente no satisfacen la función básica del producto.
- **Dirección:** Se incurre en este desperdicio cuando se generan gastos en comunicaciones internas o en reuniones que no generan decisiones.

- **Métodos:** Se presentan debido a producción en grandes lotes, transportes o desplazamientos, métodos inadecuados de trabajo, grandes inventarios de materia prima, producto en proceso o producto terminado, lo que hace incurrir en costos de espacio, papelería y logística.

- **Calidad:** Fabricación de productos defectuosos que generan sobrecosto o inspecciones que no agregan valor al producto.

- **Seguridad:** La existencia de accidentes laborales lo que ocasiona paros o retrasos en la producción.

4.2.3 Cinco eses. La filosofía de 5s's es una herramienta de optimización que ha sido utilizada en empresas de todo el mundo para conseguir mejoras en los procesos productivos, facilitar el flujo de materiales y personas, disminuyendo errores y tiempo (Ortiz Pimiento, 1999, págs. 32-35).

- **Eliminar (Seiri):** la primera de las 5s's significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros (Rajadell, 2010, pág. 50).

- **Ordenar (Seiton):** organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición (Rajadell, 2010, pág. 54).

- **Limpieza e inspección (Seiso):** significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar el *fuguai* (palabra japonesa traducible por defecto) y eliminarlo. En otras palabras, seiso da una idea de anticipación para prevenir defectos (Rajadell, 2010, pág. 56).

- **Estandarizar (Seiketsu):** es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “S”, porque sistematizar lo hecho en los tres pasos anteriores es básico para asegurar unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales (Rajadell, 2010, pág. 59).

- **Disciplina (Shitsuke):** se puede traducir por disciplina o normalización, y tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Uno de los elementos básicos ligados a shitsuke es el desarrollo de una cultura de autocontrol (Rajadell, 2010, pág. 62).

La implantación de una estrategia 5S` es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera la estrategia de las 5`s son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Mayor calidad.
- Tiempos de respuesta más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Genera cultura organizacional (Hoyos Torres, 2010, pág. 235).

4.3 Medición del trabajo

La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento

preestablecida (Garcia Criollo, 2005, pág. 177). La medida del trabajo sirve para investigar, reducir y eliminar, si es posible, el tiempo improductivo, que es aquel tiempo en el que no se realiza trabajo productivo alguno, sea cual sea la causa. Una vez conocido este tiempo improductivo, se pueden tomar medidas para eliminarlo o al menos minimizarlo (Caso Neira, 2006, pág. 16).

4.3.1 Estudios de tiempos por cronómetro. El estudio de tiempos es una técnica de medida del trabajo empleado para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, realizada en condiciones determinadas, para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida (Caso Neira, 2006, pág. 53). Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número ilimitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea (Garcia Criollo, 2005, pág. 185).

- **Tiempo de reloj (TR):** Es el tiempo que invierte el operario para realizar la tarea encomendada y que se mide mediante un cronómetro (no se toman en cuenta los tiempos de descanso del operario, ni por fatigas ni por necesidades personales) (Caso Neira, 2006, pág. 19).

- **Factor de ritmo o actividad (FR):** Surge para corregir las diferencias que se producen al existir trabajadores rápidos, normales y lentos al ejecutar una misma tarea (Caso Neira, 2006).

- **Tiempo Normal (TN):** Es el tiempo medido por el cronómetro que un operario capacitado, conocedor de la tarea y desarrollándola a un ritmo normal, invertiría en la realización de la tarea objeto del estudio. Su valor es: $TN = TR \times FR$ (Caso Neira, 2006).

- **Suplementos de trabajo (K):** Un suplemento es el tiempo que se concede al trabajador con objeto de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que son partes regulares de la tarea (Garcia Criollo, 2005, pág. 255). Puede concederse suplementos por retrasos personales, retrasos por fatiga (descanso) y por retrasos especiales.







$$\text{Suplementos} = \text{TN} \times \text{K} = \text{TR} \times \text{FR} \times \text{K} \text{ (Caso Neira, 2006, pág. 20) .}$$

- **Tiempo Tipo o Tiempo Estándar (Tp):** Es el tiempo necesario para que un trabajador capacitado y conocedor de su tarea realice a un ritmo normal, añadiendo los suplementos correspondientes por fatiga y atenciones personales (Caso Neira, 2006).

4.4 Diagrama de Procesos

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidos bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes (Garcia Criollo, 2005, pág. 42) (*Tabla 3*).

Tabla 3. *Simbología Diagrama de procesos.*

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
OPERACIÓN	Ocurren cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación.	
TRANSPORTE	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
INSPECCIÓN	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar o verificar la calidad o cualesquiera de sus características.	
DEMORA	Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado.	
ALMACENAJE	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
OPERACIÓN INSPECCIÓN	Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo	

4.5 Diagrama de Recorrido

Es un complemento del diagrama de flujo de operaciones y se realiza sobre un plano a escala de la planta de producción, en el cual se indica con flechas el recorrido del producto durante todo el proceso productivo, empezando desde la materia prima hasta llegar al producto terminado (Ortiz Pimiento, 1999, pág. 85).

Los diagramas de recorrido son de gran utilidad para diagnosticar problemas relacionados con la ubicación de máquinas y equipos dentro de la planta, definición de áreas de trabajo, resolver inconvenientes de desplazamiento y lograr disminuir las distancias recorridas, espacio ocupado y eliminar zonas de congestión.

4.6 Análisis de Capacidad

La capacidad es la cantidad de producción que un sistema es capaz de generar durante un período de tiempo específico (Chase, 2005, pág. 122). Dependiendo de cómo la empresa necesite la información se puede expresar en unidades producidas por período de tiempo, volumen de producción por días, semanas, meses o años. Se deben tener en cuenta los siguientes términos:

- **Restricción:** Cualquier factor que limita el desempeño de un sistema y restringe su producción (Krajewski, 2000, pág. 254).
- **Cuellos de Botella:** Se define como cualquier recurso cuya capacidad disponible limita la aptitud de la organización para satisfacer el volumen de productos, la mezcla de productos o la fluctuación de la demanda requerida por el mercado (Krajewski, 2000).
- **Capacidad Instalada:** Es el máximo nivel de producción que puede alcanzar un sistema trabajando al límite del recurso restrictivo en un período de tiempo específico.

4.7 Indicadores de Gestión

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto u organización, son establecidos por los líderes de la organización o proyecto, y luego se utiliza continuamente durante todo el ciclo de vida, para evaluar el desempeño y resultados. Los indicadores de gestión se relacionan a menudo con resultados medibles, tales como las ventas anuales o reducción de los costes de fabricación (Silva Matiz). Podemos medir el desempeño de resultados como:

- **Indicadores de Eficiencia:** Sirven para establecer si los objetivos y metas programados se cumplieron. Generalmente son indicadores de Resultado.
- **Indicadores de Eficiencia:** Mide el óptimo uso de los recursos para la obtención de resultados.
- **Indicadores de Efectividad:** Miden el impacto del resultado dentro de la población objetivo, generalmente se establece en mitigación de las necesidades básicas de la población o el efecto del resultado.

Siendo la medición el aspecto clave para la intervención de los procesos, este debe reunir los atributos de pertinencia, precisión, oportunidad, confiabilidad y economía, de forma tal que sea entendible para quienes la usan: (GRUPO REGIONAL ISO, 2005, pág. 101)

- Pertinencia para la toma de decisiones
- Precisión en las mediciones repetitivas
- Oportunidad en el tiempo para la ejecución de acciones
- Confiabilidad en la realización de nuevas mediciones para la comparación.
- Economía en la obtención de las mediciones y el cálculo de indicadores según la relación costo-beneficio.

5 Diagnóstico General del Proceso Productivo

Con el fin de conocer e identificar cada una de las áreas que conforman la empresa, así como la situación actual de los procesos involucrados en el sistema productivo de la línea eléctrica, se realizó un diagnóstico que se llevó a cabo siguiendo una serie de etapas como se puede observar en la *Figura 4*.

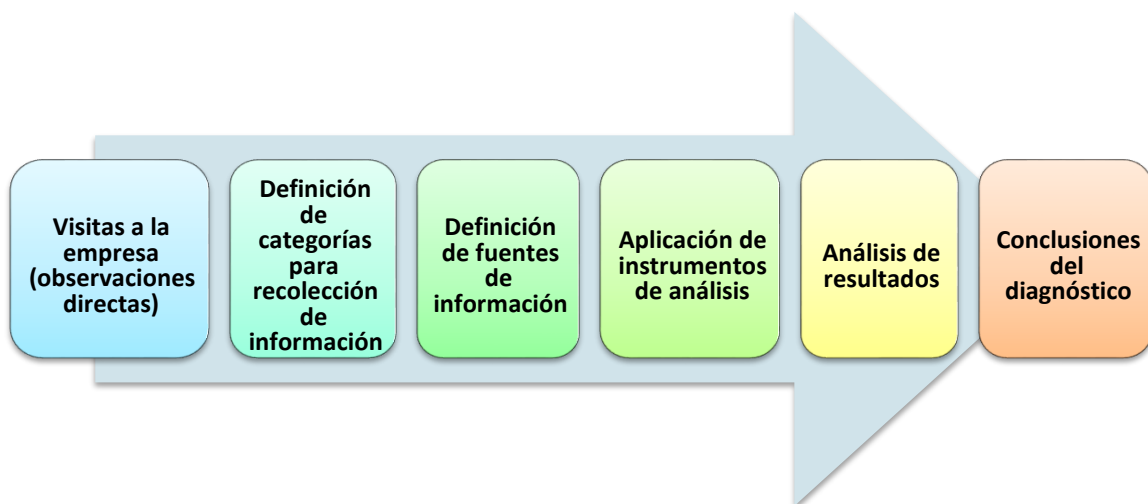


Figura 4. Etapas del diagnóstico.

5.1 Recolección de la información

La metodología usada en el diagnóstico se basó en las 5P's de Chasse que componen la dirección de operaciones (*tabla 4*):

1. Personas: La fuerza Laboral.
2. Planeación: Los lugares donde se produce.
3. Partes: Los Materiales

4. Procesos: Los equipos y tecnología.

5. Sistemas de Planificación y Control: Los procesos de información para operar el sistema.

Tabla 4. *Las 5P's de la producción.*

Recurso de Producción	¿Qué se quiere saber?	¿Cómo se obtuvo la información?	Fuente de información
Planta de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Metros construidos • Área de almacenamiento • Distribución de planta • Condiciones del ambiente de trabajo. • Capacidad instalada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento de planos de la empresa. • Observaciones directas • Análisis de 5S's • Estudio de tiempos 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación de la empresa. • Mediciones de la planta • Diagrama de recorrido • Listas de chequeo 5S's.
Personas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de empleados de la empresa • Número de operarios por centro de trabajo en la planta de producción • Jornadas de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas • Observaciones directas 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación de la empresa • Entrevistas al personal administrativo
Procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria y equipo • Procesos involucrados en la producción y las operaciones que se realizan en cada uno de ellos. • Secuencia de las operaciones • Identificar los despilfarros en el proceso de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de los listados maestros de maquinaria y equipo • Observaciones directas • Entrevistas • Levantamiento de diagramas de flujo y diagramas de recorrido. • Análisis de despilfarros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación de la empresa. • Entrevistas al personal operativo.
Partes	<ul style="list-style-type: none"> • Materia prima utilizada en el proceso • Proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación • Entrevistas al personal involucrado
Planificación y control	<ul style="list-style-type: none"> • Programación de las operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas con el director de producción.

5.2 Descripción Actual de la Programación de la Producción.

Ryctel actualmente produce por proyectos en lo que concierne a la línea eléctrica, y de acuerdo a esto, el proceso inicia en el departamento comercial, el cual es el encargado de conseguir los proyectos a la empresa ya sea por visitas, llamadas o correos. Posteriormente se genera una cotización y es enviada al departamento de diseño; allí el coordinador de diseño delega a dos auxiliares, el eléctrico y el de diseño; de acuerdo a la cotización y a unos planos unifilares descritos por el cliente, el auxiliar eléctrico determina qué elementos eléctricos lleva el producto (interruptores, medidores, etc.) y el auxiliar de diseño mediante un plano de AutoCAD genera la envolvente y adapta los elementos eléctricos de acuerdo al unifilar para el cliente; seguidamente se genera un plano con las medidas correspondientes el cual es enviado al director de producción para que sea revisado y de esta manera enviarlo al cliente para su respectiva aprobación. Cuando el cliente ha firmado el proyecto, la Coordinadora de Calidad genera la orden de producción metalmecánica que contenga los insumos necesarios para empezar a producir de acuerdo a las especificaciones de la cotización y la envía a los departamentos de producción, diseño y área administrativa para que estén enterados de que el proyecto va a entrar a producción y lo tengan en cuenta para facturación.

Luego se da inicio a la programación de acuerdo a lo que se requiera para el área de corte, punzonado, doblado, soldadura, pulido, lavado, pintura, ensamble metalmecánico y ensamble eléctrico. Además, se tiene en cuenta la fecha que se le estableció en la cotización al cliente, que generalmente son tiempos de entrega de 30 días calendario, algunas veces de 10 o 15 días o de acuerdo a la urgencia del cliente.

5.3 Descripción del proceso productivo

Para la descripción del proceso productivo se utilizó la observación directa, entrevistas realizadas al personal operativo de la planta, coordinador metalmecánico y coordinadora de calidad.

El proceso productivo de la línea eléctrica en la empresa Ryctel Ltda consta de 11 etapas (*Figura 5*) que se describen a continuación:

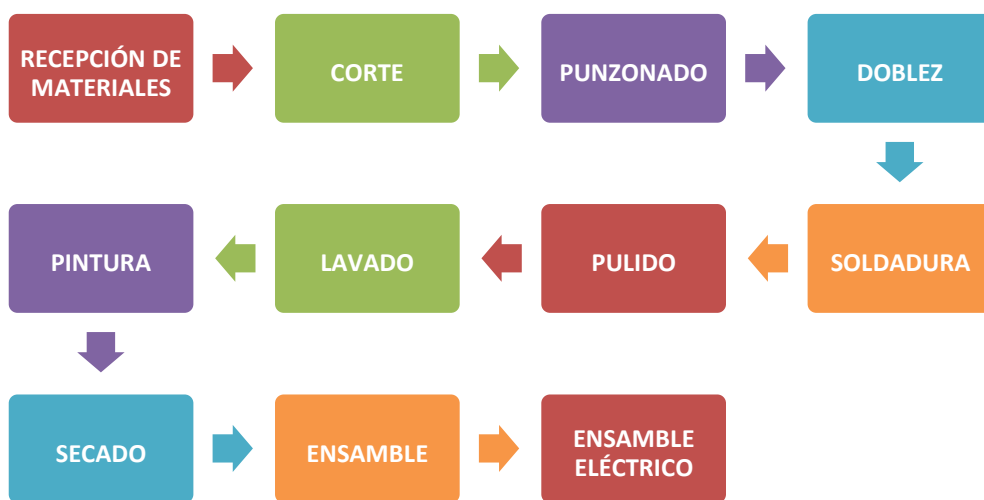


Figura 5. Etapas del proceso productivo.

- **Recepción de Materiales:** Cuando el cliente ha firmado el proyecto, la Coordinadora de Calidad genera la orden de producción metalmecánica que contenga los insumos necesarios para empezar a producir de acuerdo a las especificaciones de la cotización y la envía a los departamentos de producción.

- **Corte:** El área de corte (*Figura 6*) consta de una máquina CNC, en la cual el operario ingresa las medidas que están descritas en los planos de diseño, seguidamente toma la lámina, verifica algunas medidas con el flexómetro y finalmente ejecuta el corte de las piezas.



Figura 6. Área de corte.

- **Punzonado:** En ésta área (*Figura 7*) se cuenta con una punzonadora CNC, la cual tiene como función hacer las respectivas perforaciones a las piezas según las especificaciones del plano de mecanizado. En primera instancia, el operario monta el programa en el equipo, luego carga la herramienta de corte que será la encargada de hacer las perforaciones y, por último, ubica la pieza en la punzonadora para dar inicio a la operación.



Figura 7. Área de punzonado.

- **Doblez:** Para ejecutar la operación, en el área de doblez (*Figura 8*) se cuenta con una máquina CNC permitiendo realizar esta tarea de una manera más fácil. En el proceso de doblez el operario debe tomar las piezas que forman el producto y doblar una por una en la máquina dobladora. Para ello hay un tiempo de alistamiento en el cual se programa la máquina y se realiza la calibración del ángulo de doblado, posteriormente se debe ubicar la pieza en la máquina la cual es sostenida por el operario durante toda la tarea y ejecuta el doblez por medio de un pedal con su pie derecho el cual activa la máquina; luego de doblada la pieza, se suelta el pedal y se ubica la pieza en el piso.



Figura 8. Área de doblez.

- **Soldadura:** El área de soldadura (*Figura 9*) cuenta con dos operarios quienes son los encargados de unir aquellas piezas que deben formar un componente del producto final, para ello cuentan con equipos de soldadura especiales para este tipo de tareas. En primera medida, el operario debe buscar las piezas y llevarlas a su puesto de trabajo, en seguida prepara el equipo de soldadura y comienza a soldar las piezas.



Figura 9. Área de soldadura.

- **Pulido:** Durante la fabricación del producto las piezas deben pasar por procesos donde sufren alguna transformación provocando en la mayoría de las veces que queden imperfecciones que posiblemente ocasionen cortaduras a los operarios, por tal razón, se hace necesario pulir todas las partes para dejar un buen acabado a las mismas y evitar dichos accidentes. El área de pulido (*Figura 10*) cuenta con un solo operario y con el equipo necesario para el desarrollo de la tarea.



Figura 10. Área de pulido.

- **Lavado:** En el área de lavado (*Figura 11*) se cuenta con ocho tanques, algunos de ellos contienen químicos y otros únicamente agua; el objetivo del lavado es realizar un tratamiento a la lámina para evitar problemas de oxidación una vez es entregado al cliente final. En primera instancia, las piezas deben ser ajustadas a una canastilla metálica, la cual

es colgada a un polipasto para poder levantarla e introducirla en los diferentes tanques. El tiempo de las piezas en cada uno de los tanques ya está definido por la empresa.



Figura 11. Área de lavado.

- **Pintura:** El área de pintura (*Figura 12*) consta de una cabina especial de pintura y dos operarios para agilizar el proceso de pintado de las piezas. Como primera medida los operarios deben limpiar las piezas que han sido lavadas, luego deben colgarlas en ganchos que irán transportándolas dentro de la cabina mientras se pintan.



Figura 12. Área de pintura.

- **Secado:** El secado de las piezas se realiza en un horno industrial metalmecánico, para ellos las piezas después de pintadas, son colgadas en una estructura metálica para posteriormente ser introducidas al horno, éste proceso dura aproximadamente 30 minutos.



Figura 13. Área de secado.

- **Ensamble Metalmecánico o Armado:** En el área de ensamble se ubican dos operarios que son los encargados de armar el producto; luego, se revisa, se hace una comprobación mecánica y se elabora una etiqueta de verificación de cumplimiento con la norma RETIE y se autoriza para luego ser enviado a la bodega de Piedecuesta donde se realiza el ensamble eléctrico.

- **Ensamble Eléctrico:** En este proceso se entregan los planos eléctricos al operario técnico y al auxiliar; ellos son los encargados de cablear, montar aisladores, barrajes y demás elementos que componen el producto de acuerdo al plano; una vez ensamblado el producto el coordinador eléctrico realiza las pruebas pertinentes para verificar el cumplimiento con el sello RETIE 2013 y poder despachar el producto al cliente final.

5.4 Distribución Actual de la Planta.

Para elaborar el diagrama de distribución actual de la planta fue necesario el uso de un distanciómetro que permitió medir cada una de las áreas de trabajo. La planta de Bucaramanga posee aproximadamente 544 m² construidos y se utilizan como planta de producción dos niveles como se puede observar en la *Figura 15*. En el primer nivel se encuentra la zona de producto terminado, zona de producto en proceso y zona de almacenamiento de materia prima. También se ubican las áreas de ensamble, corte, punzonado, dobléz, soldadura y pulido. En el segundo nivel de la planta se encuentra el área de lavado, el área de secado y el área de pintura. También se puede observar que seguido del área de pintura se ubica la parte administrativa de la empresa.

Adicionalmente, la planta ubicada en el Municipio de Piedecuesta Cuenta con un área construida de aproximadamente 200 m² y consta de dos pisos como se puede observar en la *figura 14*. Cuenta con dos niveles, en el primer piso de la planta encontramos el área de Diseño Eléctrico, Ensamble eléctrico, Laboratorio eléctrico, área de pulido y área de corte, perforación y dobléz de barrajes; en el segundo piso se encuentra el almacén de elemento eléctricos.

5.4.1 Diagrama de recorrido. Con el fin de identificar la secuencia del proceso dentro de la planta se realizó un diagrama de recorrido *apéndice A* en el cual se puede observar el movimiento que debe realizar el material que inicia como materia prima hasta que finaliza como producto terminado. Con este diagrama se evidencia gráficamente que hay muchos transportes dentro del proceso productivo y uno de los principales problemas se debe al transporte de las partes al segundo nivel de la planta, ya que los operarios deben cargarlas, y en ocasiones son partes pesadas; lo anterior sin contar que los procesos metalmecánicos se desarrollan en la planta de Bucaramanga y de allí los productos

pertenecientes a la línea eléctrica deben ser trasladados a la Planta de Piedecuesta para culminar el proceso de ensamble y pruebas eléctricas.

5.5 Diagrama de Flujo del Proceso

Para proporcionar una imagen clara de la secuencia de acontecimientos del proceso y representar la trayectoria que sigue el material a través de la planta se elaboró el diagrama de flujo de proceso *apéndice E*, en donde se muestra gráficamente todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que ocurren durante el proceso.

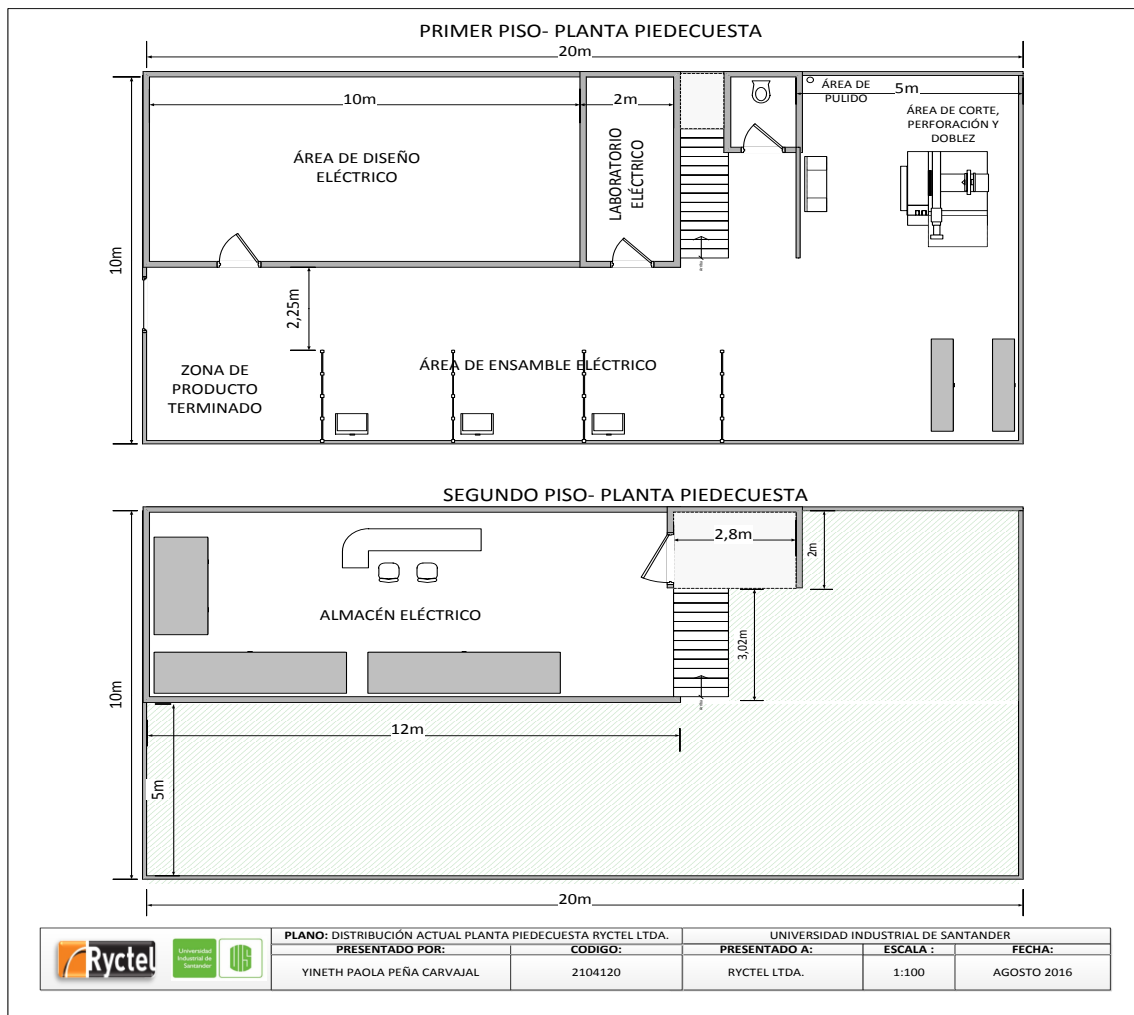


Figura 14. Distribución de planta Ryctel Piedecuesta.

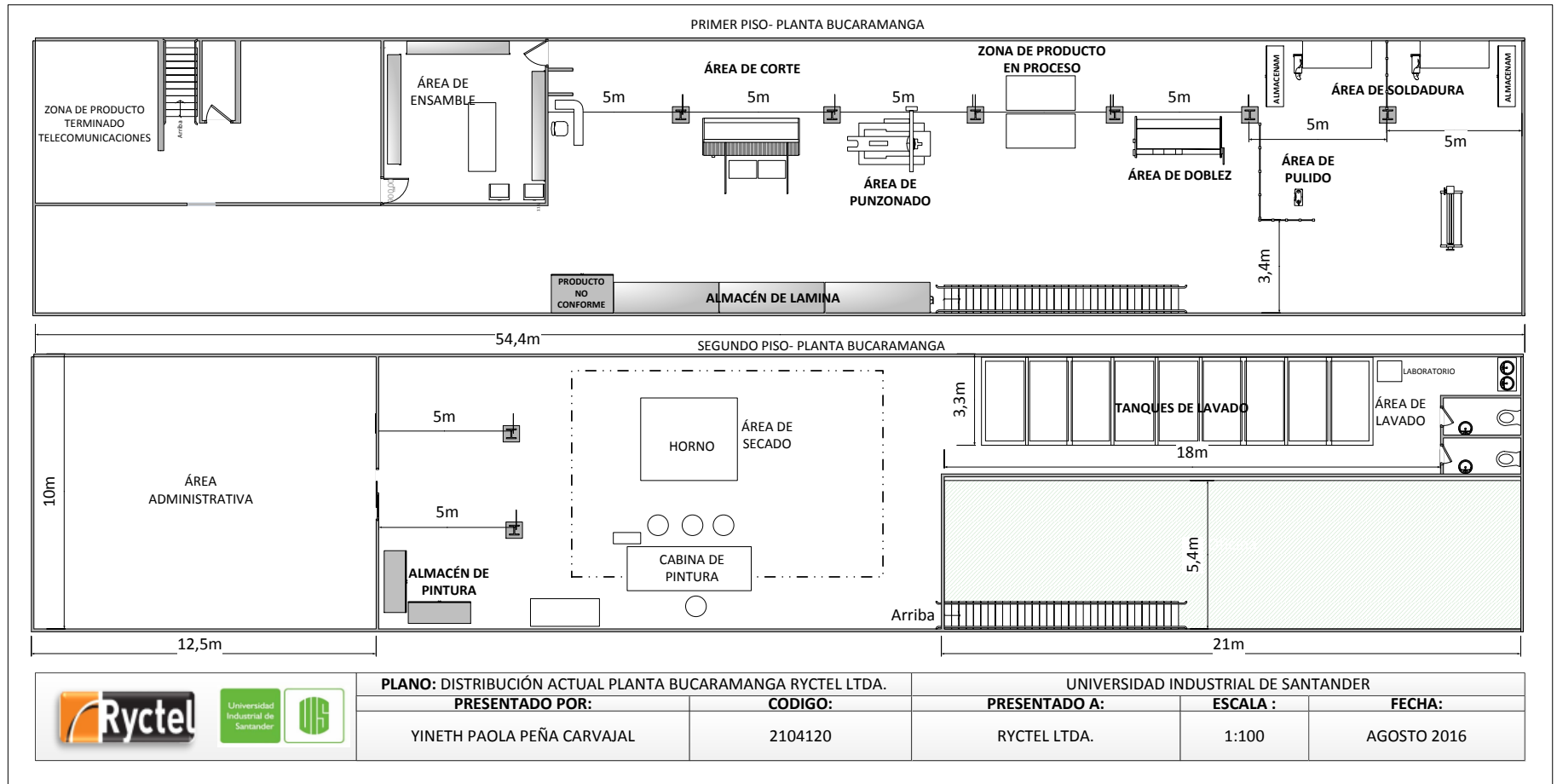


Figura 15. Distribución de planta Ryctel Bucaramanga.

5.6 Análisis de Cinco Eses

Se llevó a cabo a partir de una auditoría usando como instrumento una lista de chequeo *Apéndice C*, la cual fue aplicada por la Coordinadora de calidad, un operario de la planta y los autores del proyecto, se tuvieron en cuenta tres puntos de vista para minimizar la subjetividad. Los resultados obtenidos de esta lista de chequeo, permitieron hacer un diagnóstico de la situación actual de la planta en cuanto al estado y cumplimiento de las 5S's; los resultados se encuentran en la *tabla 5*. Con base en los resultados obtenidos se realizó un diagrama de red (*Figura 16*), que muestra un índice de cumplimiento de las 5S's del 66,4%. Se puede observar que la clasificación y el orden arrojan los niveles más bajos de cumplimiento, con un porcentaje de 60,0 % y 65,5% respectivamente.

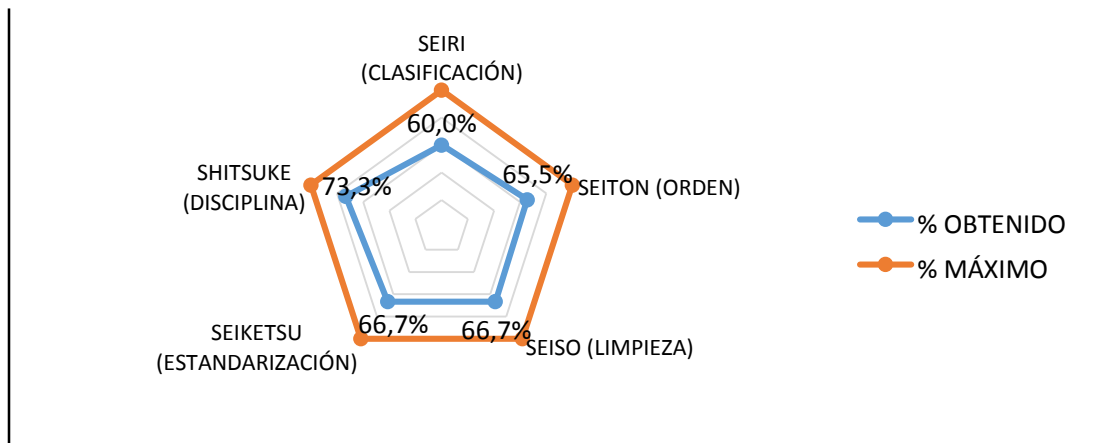


Figura 16. Diagnóstico inicial 5S's.



Figura 17. Situación actual 5S's.

5.7 Análisis de desperdicios

Para identificar los desperdicios existentes y aplicar medidas correctivas, se realizó un diagnóstico por medio de una lista de chequeo de los desperdicios 5MQS *Apéndice G*, en donde se evaluaron los desperdicios en la planta de producción. Por medio de un diagrama de red (*Figura 18*), se muestra el porcentaje de cada una de las fuentes de desperdicios, en donde se evidencia que la mayor fuente de desperdicio se encuentra en las personas con un 65%, presentándose desplazamientos constantes que van desde 3,8 m hasta 38,75 m que es la distancia mínima y máxima aproximada entre un centro de trabajo y otro, como se muestra en el diagrama de recorrido *apéndice A*, los desplazamientos se dan frecuentemente en búsqueda de herramientas, transportar, mover o buscar material a procesar y/o partes en proceso, también se presentan demoras por falta de materia prima; por otro lado, se ubica la calidad con un 56% debido a que no se lleva un control durante cada etapa del proceso y se realizan inspecciones al producto terminado, lo cual no genera valor, además, algunas partes deben ser reprocesadas y algunos productos son devueltos por el cliente debido a la presencia de defectos es decir producto no conforme que represento un 0,76% de la producción para el año 2015; y a su vez los métodos de trabajo con un 48% ya que se

presentan transportes de materia prima y producto en proceso de un lugar a otro dentro de la planta, y no se cuenta con un sistema eficiente para el transporte de los mismos; no existe un sistema mecánico para transportar las partes de un piso a otro, lo que ocasiona demoras en el desarrollo de las operaciones. Teniendo en cuenta las actividades que no agregan valor al producto se definen un conjunto de causas que generan desperdicio en el proceso productivo, lo anterior con el objetivo de visualizar el estado actual de la planta, ver *Apéndice T*.

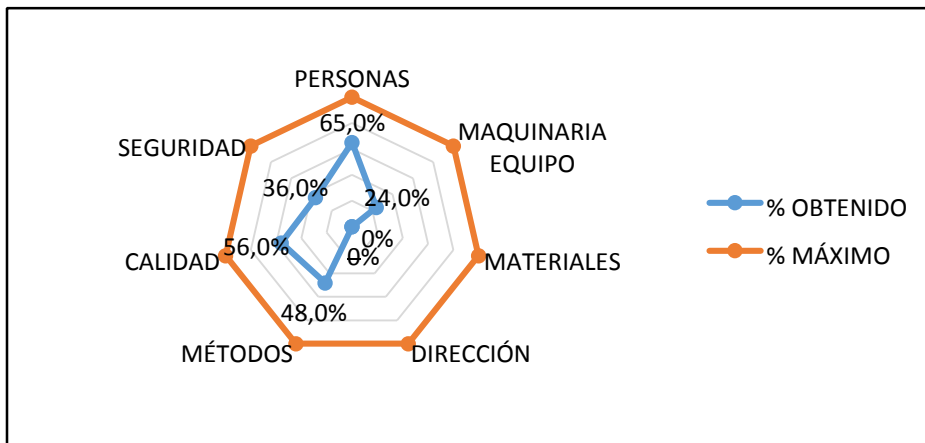


Figura 18. Diagnóstico inicial desperdicios 5MQS.

5.8 Análisis de tiempos

Para el diagnóstico inicial con el objetivo determinar la capacidad de la planta y conocer los tiempos de procesamiento se realizó un estudio de tiempos. Para efectos de este, por decisión de la empresa se empleó la técnica de tiempos por cronometro vuelta cero, las mediciones se realizaron para un tablero autoportado de 2200x1800x800 (mm) + TAPAS, ya que es uno de los productos con mayor demanda. Cabe resaltar que los tableros autoportados se fabrican en diferentes dimensiones. Con la colaboración de los operarios de los diferentes centros de trabajo y basados en su experiencia, se agruparon aquellas piezas las cuales llevaban un tiempo similar en

cada una de las operaciones, con el fin de facilitar la recolección de los datos. En la *tabla 6* podemos ver la técnica de este estudio.

Tabla 5. *Diagnóstico inicial de las 5S's.*

CINCO ESES	NIVEL DE CUMPLIMIENTO INICIAL	DIAGNÓSTICO
<i>SEIRI</i>	60,0%	Se pudo observar materiales y herramientas sobre el piso ocupando espacio e impidiendo el movimiento libre.
		Algunas herramientas deben ser compartidas por los operarios.
		Se encontraron elementos ajenos al proceso como cables, botellas cerca de los lugares de trabajo.
<i>SEITON</i>	65,5%	Las herramientas están ubicadas en algunos estantes, pero muy desordenadas, lo que impide encontrarlas fácilmente.
		Los operarios en ocasiones se les ve recorriendo la planta en busca de materiales o herramientas.
<i>SEISO</i>	66,76%	Las máquinas no cuentan con jornadas periódicas de aseo y limpieza
		Los desechos generados en los centros de trabajo cuentan con un lugar definido para depositarlos, aunque no hay canecas suficientes.
<i>SEIKETSU</i>	66,76%	La empresa suministra los elementos de protección personal pero algunas veces los operarios no los usan.
		No existen jornadas periódicas de orden y aseo.
<i>SHITSUKE</i>	73,3%	No existe un programa periódico para el mantenimiento de las máquinas.
		Se evidencia cordialidad en las relaciones laborales entre trabajadores y jefes.
		Algunas veces los operarios no usan los elementos de protección personal.

Tabla 6. *Ficha técnica estudio de tiempos*

Ficha técnica estudio de tiempos	
Elaborado por:	Yineth Paola Peña Carvajal
Producto de estudio:	Tablero autoportado
Fecha del estudio:	Del 8 al 22 de agosto de 2016
Técnica:	Tiempos por cronómetro vuelta a cero
Tamaño de muestra:	Se tomaron de 3 a 12 muestras según la fórmula (1).
Nivel de confianza (α):	90%
Error muestral (e):	5 segundos

• **Tamaño de la muestra:** Se utiliza la técnica de tiempos por cronómetro con método vuelta a cero. Para ello se tomaron en la mayoría de las operaciones 10 premuestras y para aquellas operaciones que sobrepasaban más de 10 minutos por ciclo se tomaron 5 o 6 premuestras.

Los ciclos óptimos necesarios para llevar a cabo una muestra representativa en cada operación, están registrados en el *apéndice D*. Para el cálculo del número de ciclos se obtuvo con base en la siguiente fórmula estadística (Ortiz Pimiento, 1999, pág. 189):

$$N = \frac{\left(S * t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \right)^2}{e^2} \quad (1)$$

Donde:

S = Desviación estándar de la premuestra

t = El valor obtenido en la tabla para la distribución t-student al nivel α

α = El valor del nivel de confianza fijado (90%)

e = el valor del margen de error deseado en segundos (5 segundos).

Para la recolección de los tiempos, en primera instancia se definieron los elementos correspondientes a cada operación; a continuación, se asignaron las valoraciones de ritmo de trabajo como lo expresa la escala británica representada de 0 a 100, donde 0 representa la actividad nula y 100 el ritmo normal de trabajo del operario calificado (García Criollo, 2005, pág. 220). Además, se asignaron los suplementos, los cuales eran diferentes para cada operación y están descritos en el *apéndice D*. Dichos suplementos se asignaron con base a la organización internacional del trabajo OIT mediante el sistema de suplementos por descanso que se encuentran en el *apéndice U*. Por otro lado, se asignó un porcentaje de contingencias del 3% el cual se determinó por el coordinador de metalmecánica.

La *tabla 7* muestra el tiempo tipo para cada proceso que se requiere para fabricar un tablero autoportado desde corte hasta pintura arrojando un tiempo total de 79763,28 segundos es decir 22,16 horas.

Tabla 7. *Resumen tiempo tipo total.*

PROCESO	TIEMPO TIPO (SEGUNDOS)
Corte	9560,17
Punzonado	17892,35
Pulido antes de doblar	2940,00
Doblez	5873,53
Soldadura	11024,07
Pulido	6006,56
Lavado	8907,22
Pintura	17559,38
TOTAL	79763,28

5.9 Análisis de capacidad

Para el análisis de la capacidad instalada se tuvo en cuenta el tiempo real productivo de la jornada laboral, el estudio de tiempos de los procesos productivos que intervienen en la fabricación de los tableros autoportados y sus respectivos tiempos de alistamiento; éstos últimos se calcularon teniendo en cuenta el tiempo de preparación de las máquinas en cada centro de trabajo para fabricar un tablero autoportado. Se encontró que el sistema productivo trabaja al ritmo del Recurso de punzonado, que es el recurso restrictivo de capacidad del sistema y que tiene una capacidad instalada de 1,7 tableros por turno, en la *tabla 9* se muestra el análisis de capacidad por centro de trabajo.

Adicionalmente se analizó la capacidad utilizada y se llegó a la conclusión de esta equivale a un 71% de la capacidad disponible (*Ver tabla 8*); por lo tanto la capacidad de la planta metalmeccánica traducida a unidades equivale a 1,2 tableros por turno.

5.9.1. Capacidad instalada disponible. La jornada laboral en Ryctel está dividida en dos turnos de 12 horas cada uno. El primer turno se trabaja desde las 7:00 am hasta las 7:00 pm, con descanso de 9:00 am a 9:20 am y hora de almuerzo de 12:00 m a 1:00 pm. En el segundo turno se labora de 7:00 pm a 7:00 am con un descanso de 12:00 am a 1:20 am, es decir, el tiempo disponible de producción para cada turno de trabajo es de 640 minutos. Además, considerando el tiempo de alistamiento para cada centro de trabajo éste debe ser restado al tiempo disponible de producción y así obtener el tiempo real disponible.

Se debe tener en cuenta que para la realización de los diferentes procesos todas las máquinas requieren supervisión y presencia de personal capacitado.

El procedimiento para calcular la capacidad, se inicia calculando el tiempo tipo para cada centro de trabajo necesario para producir un tablero autoportado y sus respectivos recursos. A continuación, se determina la capacidad instalada en tableros por minuto, el cual se multiplica por el tiempo real de trabajo mencionado anteriormente, lo que da como resultado la capacidad de producción de tableros por turno de trabajo. En la *tabla 9*, se muestra el análisis de capacidad disponible para cada centro de trabajo y se señalan los recursos restrictivos que limitan el desempeño del sistema productivo.

5.9.2 Capacidad utilizada. Con el objetivo de determinar el nivel de utilización respecto a la capacidad disponible, se analizó el proceso de Punzonado, es decir la actividad realizada por el recurso restrictivo de capacidad. Se realizaron observaciones directas al proceso y se registró este tiempo, discriminando aparte el tiempo en el que el recurso permanece ocupado, se registraron y se compararon estos datos para cada intervalo tiempo observado y finalmente se obtuvo que en promedio el porcentaje de tiempo utilizado equivale al 71% de la capacidad instalada disponible.

Tabla 8. *Capacidad Utilizada*

Fecha (2017)	Tiempo Observado (Seg)	Tiempo Productivo (Seg)	(T.Pro/T. Obs)*100
01-feb	19096	12275	64,28 %
04-feb	8112	5375	66,26 %
07-feb	9854	5899	59,86 %
08-feb	12138	8532	70,29 %
09-feb	1423	993	69,79 %
14-feb	15205	12065	79,34 %
08-mar	8036	5953	74,07 %
09-mar	13204	11769	89,13 %
10-mar	13376	10699	79,98 %
13-mar	9537	7236	75,87 %
16-mar	3962	3253	82,08 %
21-mar	19611	14830	75,61 %
22-mar	1740	415	23,87 %
23-mar	3169	2422	76,42 %
28-mar	5687	4373	76,90 %
		Promedio	71 %

Tabla 9. *Análisis de capacidad por centro de trabajo.*

PROCESO	Tiempo tipo	Recursos	Seg	und/min	Min		min	und/turno
TABLERO AUTOSOPORTADO			Tiempo Tipo/Tablero	capacidad	t. producción	t. alistamiento	t real	Capacidad
Corte	9560,17	1,00	9560,17	0,01	640,00	60,00	580,00	3,6
Punzonado	17892,35	1,00	17892,35	0,00	640,00	130,00	510,00	1,7
Pulido ad	2940,00	1,00	2940,00	0,02	640,00	10,00	630,00	12,9
Doblez	5873,53	1,00	5873,53	0,01	640,00	80,00	560,00	5,7
Soldadura	11024,07	2,00	5512,04	0,01	640,00	15,00	625,00	6,8
Pulido	6006,56	1,00	6006,56	0,01	640,00	10,00	630,00	6,3
Lavado	8907,22	1,00	8907,22	0,01	640,00	5,00	635,00	4,3
Pintura	17559,38	1,00	17559,38	0,00	640,00	30,00	610,00	2,1
Ensamble	21600,00	1,00	21600,00	0,00	640,00	30,00	610,00	1,7

*Nota: El centro de trabajo “Ensamble” puede aumentar su capacidad asignado a esta tarea un operario auxiliar cuando sea necesario, es por esto que no se considera Recurso restrictivo de Capacidad

5.10 Conclusión del diagnóstico

Con la ayuda de las herramientas utilizadas para el análisis fue posible identificar las principales oportunidades de mejora, con la ayuda del diagnóstico se pudo evidenciar lo siguiente:

- Los tiempos de respuesta son elevados, principalmente están representados por traslados de producto en proceso de un lugar a otro, lo que se ve reflejado en altos costos asociados al transporte. Esto principalmente debido a que la producción y ensamble metalmecánico se desarrolla en la planta de Bucaramanga, mientras que todo lo que implica el ensamble final y pruebas eléctricas se llevan a cabo en la planta de Piedecuesta.

- Se encontró que es necesaria la implementación del programa 5S` no solo como estrategia de organización y mejoramiento de los espacios o áreas de trabajo si no como una herramienta para la liberación de espacio para la adecuación de una zona para el traslado de las operación de ensamble y pruebas electricas del municipio de Piedecuesta a la planta de Bucaramanga.
- El proceso de corte requiere una mejora en su ejecución con el objetivo de que garantice la oportuna respuesta al recurso cuello de botella, de tal forma que se elimine la tarea de entregar las medidas generales de corte de cada una de las partes de los diferentes productos realizada hasta ahora por el operario de punzonado.
- La empresa da a sus clientes una fecha de entrega arbitraria, es decir, no se tiene en cuenta la capacidad de la planta ni las demás órdenes de producción pendientes, es por esto y por el desconocimiento de los tiempos de producción que es muy frecuente que se presenten incumplimientos en las fechas de entrega.
- Existe desorganización en cuanto a la definición de prioridades para la ejecución de las tareas, para Ryctel todo es urgente y no cuenta con una política que se encargue de definir el grado de importancia que defina la secuencia de los proyectos, por lo que es común que se tenga que interrumpir una orden de producción para procesar otra diferente.
- La empresa generalmente adquiere materia prima para un mes o veinte días, pero no cuenta con un punto de reorden por lo que es factor común mes a mes que la empresa tenga que dejar a un lado algunos proyectos a la espera de lámina de la referencia requerida.

6 Plan de mejoramiento

Con base en la información obtenida en el diagnóstico general de la planta y del proceso de producción de tableros, se prioriza de acuerdo a las necesidades de mejoramiento y se plantea implementar las mejoras a partir de las deficiencias encontradas dentro del sistema productivo. Las acciones de mejora se plantean a consideración de los interesados (Coordinadora de calidad y producción en función de tutora del proyecto y apodera por parte de la gerencia como encargada del proyecto, coordinador metalmecánico, coordinador eléctrico y autora del proyecto). De acuerdo con las oportunidades de mejora encontradas se asignó a cada una de ellas una o varias soluciones que se complementen entre si y contribuyan a alcanzar un estado mejorado a partir del diagnóstico inicial. A continuación se encuentran consignadas 5 acciones principales enumeradas en el orden en que se llevara a cabo su desarrollo, buscando generar un impacto positivo dentro de la organización. Para cada una de estas acciones de mejora se definieron los objetivos, las actividades, los recursos necesarios para llevar a cabo su desarrollo, la persona o equipo de personas responsables, el tiempo para su ejecución y los indicadores base.

Se seleccionaron alternativas que tuvieran las siguientes características: Que se pudieran adelantar las operaciones, que estuvieran dentro del alcance del proyecto y que el costo de su ejecución estuviera acorde al presupuesto previsto por los directivos de la empresa.

Tabla 10. *Plan de Mejoramiento.*

ACCIONES	OBJETIVO	ACTIVIDADES	RECURSOS	RESPONSABLE	TIEMPO
1. Implementar la metodología 5S's	Mejorar las condiciones de orden y aseo en la planta.	Diagnóstico mediante auditoria 5S's. Capacitación sobre el programa. Implementación de las primeras tres S's (Clasificación, organización y limpieza).	Video Beam. Papelería. Tiempo de los operarios. Tiempo del practicante. Útiles de aseo.	Estudiante. Coordinador de producción.	1 semana
2. Unificar la ubicación física de los procesos productivos de la empresa en una misma planta.	Disminuir los tiempos de respuesta, eliminando los tiempos de traslados de producto en proceso. Disminuir los costos de transporte.	Análisis de la distribución de planta. Diseño de un modelo de redistribución de planta. Adecuación de un área en la planta de Bucaramanga donde se pueda ubicar el proceso de Ensamble eléctrico que funciona inicialmente en el municipio de Piedecuesta. Trasladar el área de ensamble eléctrico ubicado en el municipio de Piedecuesta a la planta de producción metalmecánica ubicada en Bucaramanga.	Tiempo del practicante. Instrumento de medición (Distanciómetro) Equipo de computo El dinero de la adecuación (\$23.000.000 aprox.) Tiempo de los operarios.	Practicante Gerente	2 meses
3. Diseñar e implementar una herramienta ofimática para controlar el tiempo real de ejecución de las actividades programadas.	Basados en el estudio de tiempos prever el tiempo de ocupación de los distintos recursos de acuerdo a las tareas programadas.	Diseñar una herramienta ofimática que de acuerdo con los tiempos de producción obtenidos con el estudio de tiempos muestre los niveles de ocupación necesarios para cada operación en cada estación de trabajo, y permita ejercer un control sobre el tiempo real y el calculado. Seleccionar los datos de entrada a ingresar a la herramienta. Elaborar la herramienta. Capacitar sobre el uso de la misma.	Tiempo del practicante Equipo de computo Información de los tiempos de procesamiento. Información de los materiales e insumos necesarios para la fabricación de un producto.	Practicante Coordinadores de calidad y metalmecánico.	3 meses
4. Mejorar en el método de corte para garantizar el suministro de material al RRC.	Aumentar la productividad en el puesto de corte.	Diagnóstico detallado del proceso. Propuestas. Implementación de propuestas. Evaluación de resultados.	Tiempo del practicante. Tiempo del coordinador de producción. Equipo de computo Papelería.	Coordinador de producción.	1 mes

Definición de indicadores

Los indicadores nos permiten medir los resultados obtenidos, es por esto que para evaluar las acciones de mejora planteadas se definieron una serie de indicadores base que ofrecen un enfoque claro para favorecer la toma de decisiones adecuadas para alcanzar los objetivos. A continuación se describe cada uno de ellos y se muestra la ficha para cada indicador.

En ficha esta podemos encontrar el nombre del indicador, su objetivo, la fuente de donde obtendremos los datos, la fórmula para calcular dicho indicador, la frecuencia en que se va a calcular, la unidad y el responsable de su control y cumplimiento.

- **Indicador Programa 5S's.** Mide el comportamiento del porcentaje de cumplimiento total del programa 5S's durante periodos de tiempo evaluados.

Tabla 11. *Indicador Programa 5S's.*

Indicador: Programa 5S's	
Objetivo	Medir el nivel de cumplimiento del programa 5S's
Fuente de los Datos	Auditorias del programa 5S's
Formula	$\frac{\% \text{ de cumplimiento Final} - \% \text{ de cumplimiento Inicial}}{\% \text{ de cumplimiento Inicial}}$
Frecuencia	Trimestral
Unidad	Porcentaje (%)
Responsable	Coordinadora de Calidad y producción.

- **Indicador Eficiencia en la Fabricación Metalmecánica y Eficiencia eléctrica.** Este indicador mide la eficiencia de la mano de obra (costos de nómina de los empleados de producción) respecto a los ingresos por ventas.

Tabla 12. *Eficiencia en la Fabricación Metalmecánica.*

Indicador: Eficiencia en la Fabricación Metalmecánica	
Objetivo	Medir la eficiencia de la mano de obra respecto a las ingreso por ventas.
Fuente de los Datos	Sistema contable (Registros de Mano de obra) y reportes de facturación.
Formula	$\frac{\text{Total de nomina de producción}}{\text{Total Valor de la producción por precio de venta}} \times 100$
Frecuencia	Mensual
Unidad	Porcentaje (%)
Responsable	Directora Administrativa.

Tabla 13. *Eficiencia Eléctrica.*

Indicador: Eficiencia Eléctrica.	
Objetivo	Medir la eficiencia de la mano de obra respecto a las ingreso por ventas.
Fuente de los Datos	Sistema contable (Registros de Mano de obra) y reportes de facturación.
Formula	$\frac{\text{Total de nomina de produccion Electrica}}{\text{Total Valor de la produccion por precio de venta}} \times 100$
Frecuencia	Mensual
Unidad	Porcentaje (%)
Responsable	Directora Administrativa.

- **Indicador de productos no conformes.** Este indicador mide el porcentaje de productos no conformes en cada periodo respecto a la cantidad de productos fabricados. Cuanto menor sea el índice refleja mayor calidad del proceso productivo.

Tabla 14. *Productos No conformes*

Indicador: Productos No conformes.	
Objetivo	Medir el porcentaje de producto no conforme respecto a la cantidad de productos fabricados por periodo.
Fuente de los Datos	Reporte de producto No conforme
Formula	$\frac{\text{No. de productos no conformes}}{\text{No. Total de productos fabricados}} \times 100$
Frecuencia	Mensual
Unidad	Porcentaje (%)
Responsable	Coordinador de calidad

- **Índice de paradas del equipo de punzonado.** Este indicador mide el porcentaje de Horas que la máquina permanece parada comparadas con el número total de horas trabajadas en cada periodo. Mientras más bajo sea el resultado de este índice mejor para la el sistema productivo.

Tabla 15. *Índice de paradas del equipo de punzonado.*

Índice de Paradas del equipo de punzonado.	
Objetivo	Medir el porcentaje de horas Paradas respecto al total de horas trabajadas por periodo.
Fuente de los Datos	Reporte de producción.
Formula	$\frac{\text{Horas paradas Máquina}}{\text{No. Total de horas de trabajo de la máquina}} \times 100$
Frecuencia	Mensual
Unidad	Porcentaje (%)
Responsable	Coordinador de Producción

- **Indicador de Complimientos de la programación.** Mide la eficacia del plan de producción, refleja los productos fabricados en el periodo comparados con las unidades

programadas para producir en dicho periodo. Cuanto mayor sea el resultado del índice mayor es el cumplimiento de los planes de producción.

Tabla 16. *Cumplimiento de la programación Metalmecánica.*

Indicador: Cumplimiento de la programación Metalmecánica	
Objetivo	Medir el porcentaje de cumplimiento de la programación metalmecánica.
Fuente de los Datos	Reporte de producción.
Formula	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}} \times 100$
Frecuencia	Mensual
Unidad	Porcentaje (%)
Responsable	Coordinador de Producción

Tabla 17. *Cumplimiento de la programación Eléctrica.*

Indicador: Cumplimiento de la programación Eléctrica	
Objetivo	Medir el porcentaje de cumplimiento de la programación Eléctrica.
Fuente de los Datos	Reporte de producción.
Formula	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}} \times 100$
Frecuencia	Mensual
Unidad	Porcentaje (%)
Responsable	Coordinador de Producción

- **Índice de Cumplimiento del tiempo de procesamiento.** Mide el grado de aprovechamiento de la capacidad utilizada en los centros de trabajo para cumplir con el programa de producción. Cuando el resultado es negativo indica que se presenta incumplimiento del

programa de producción, debido a que el tiempo real es mayor que el tiempo planeado por eventualidades en las actividades de producción.

Tabla 18. *Ficha Índice de Cumplimiento del tiempo de procesamiento.*

Indicador: Índice de Cumplimiento del tiempo de procesamiento.	
Objetivo	Verificar el cumplimiento de los tiempos planeados de producción.
Fuente de los Datos	Herramienta ofimática.
Formula	$\frac{\text{Tiempo planeado} - \text{Tiempo Real}}{\text{Tiempo planeado}} \times 100$
Frecuencia	Mensual
Unidad	Porcentaje (%)
Responsable	Coordinador de Producción

6.1 Propuesta de Implementación del programa 5S's con el fin de mejorar las condiciones de orden y aseo en la planta.

Se planteó esta propuesta con el fin de mejorar las condiciones de orden, limpieza y organización físicas y de seguridad de los centros de trabajo mediante la organización de todas las áreas, aumentando la eficiencia y facilitando la organización y limpieza en cada puesto de trabajo.

Para ello fue necesario desarrollar jornadas de orden y limpieza en todas las áreas de trabajo, esto para mejorar tanto la imagen interna como externa de la empresa, manteniendo los centros de trabajos libres de elementos innecesarios, aseados y ordenados, haciendo más eficiente el desarrollo de las actividades. La propuesta busca fomentar la disciplina y promover una cultura de mejoramiento continuo en todos los empleados de la empresa, además de incrementar la seguridad en el trabajo y mejorar el ambiente laboral.

La implementación de esta metodología consta de tres etapas, mencionadas a continuación;

Etapa 1. Análisis y diagnóstico de la situación actual. Antes de iniciar la implementación del programa de 5S`s fue necesario conocer el estado inicial de la planta, por medio de una auditoria se aplicó una lista de chequeo con la cual se pudo obtener una imagen de la situación actual respecto al cumplimiento de las 5S`s. (*Ver Apéndice C*)

Etapa 2. Divulgación del programa: El día 11 de octubre del 2016 se realizó una capacitación con la colaboración de la coordinadora de calidad, esta estuvo dirigida al personal operativo, allí se expuso la metodología de las 5S`s como una base del mejoramiento continuo, se dio a conocer de qué trata cada una de las 5S`s, sus beneficios, los pasos para su implementación y las pautas para organizar los elementos necesarios en cada centro de trabajo. Lo anterior para dar a conocer el programa y generar compromiso inicialmente por parte de los empleados de producción, con el propósito de que en el futuro el programa se pueda extender a todas las áreas de la organización. En la reunión se aclararon dudas y se definieron los pasos a seguir para su implementación el día de la jornada (*Apéndice J*). Adicionalmente se realizó una dinámica con la participación de todos los asistentes a la capacitación para facilitar la comprensión sobre los pasos a seguir en la implementación y se insistió en los beneficios del programa (*Apéndice K*). También se imprimieron y se ubicaron en las carteleras de la empresa y cerca de las áreas de trabajo posters con información relevante sobre la metodología de las 5S`s (*Apéndice L*).

Etapa 3. Implementación del programa. Después de dar a conocer el programa se procedió con la implementación de las tres primeras S`s o las denominadas S`s operativas (clasificación, organización y limpieza) en la planta de producción de Bucaramanga.

- **Implementación de la primera S: Clasificar:** Tiene como objetivo principal separar todos los elementos necesarios de los innecesarios y eliminar o reubicar todo lo que se considere innecesario en el puesto de trabajo. Se utilizaron de tarjetas rojas para identificar artículos de cuya

ubicación se tenía duda y que requerían ser descartados o reubicados. Estas tarjetas se entregaron previamente a los operarios para que estos evaluaran sus sitios de trabajo y asignaran las tarjetas. Identificados los elementos innecesarios estos fueron movidos y posteriormente se decidió que hacer con ellos, algunos fueron reubicados en áreas de trabajo necesarios y otros fueron eliminados.

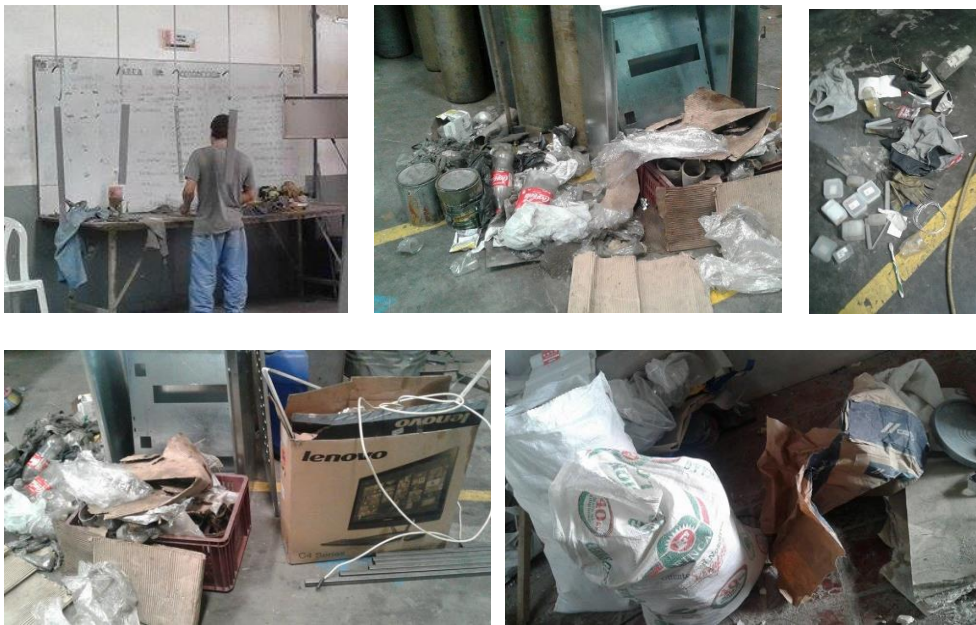


Figura 159. Implementación primera S "clasificar".

Gracias a esta jornada se logró eliminar gran cantidad de elementos innecesarios, despejar espacio útil en las áreas de trabajo y crear conciencia del orden y aseo en el puesto de trabajo.

- **Implementación de la segunda S: Ordenar.** Para la implementación del orden, una vez identificados los elementos necesarios se realizó la organización de los centros de trabajo por parte de los operarios de cada área, se asignaron espacios para la ubicación de los elementos y se organizaron según la frecuencia de uso. En el almacén se organizaron partes de productos según

su referencia y se clasificaron elementos necesarios para ensamblar los productos como tuercas, tornillos, chapas, cintas, entre otros.

Se diseñó y aprovechando los recursos de la empresa se fabricó una caja metálica para guardar dentro de la planta objetos personales de valor como el celular y se asignó un lugar para cada operario.



Figura 20. Implementación segunda S "Ordenar".

- **Implementación de la tercera S. Limpiar.** La implementación inicio con la organización de una jornada de limpieza con la participación de todos los empleados de la planta. En esta jornada los empleados limpiaron y organizaron sus puestos de trabajo, los alrededores, los elementos de trabajo, las máquinas, se realizó un barrido general por la planta y se acomodó materia prima y material en proceso.

Salieron de la planta aproximadamente 250 kilos de chatarra de acero acumulados, adicionalmente se volvieron a demarcar los pasillos y se pintaron algunas áreas que se encontraban en mal estado.



Figura 216. Implementación tercera S "Limpiar".

Los resultados de esta jornada de limpieza motivan al personal a mantener las condiciones de clasificación, orden y aseo, además funciona como estándar de cómo debe permanecer la planta a diario. Los operarios se comprometieron a dejar ordenado su puesto de trabajo al final de cada turno.

Luego de implantado el programa se realizaron dos auditorías en donde se aplicaron nuevamente las litas de chequeo (Apéndice V) y estos fueron los resultados.

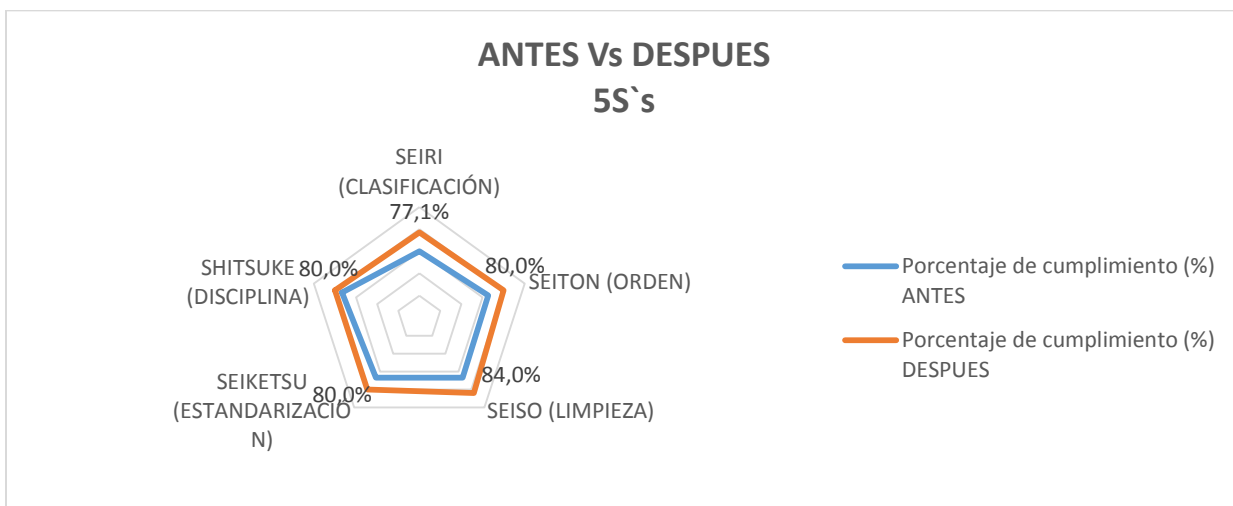


Figura 22. Diagrama de Red Antes y después de 5S's.

Tabla 19. *Porcentajes de cumplimiento de 5S's antes y después de la implementación.*

5S's	Porcentaje de	Porcentaje de	Porcentaje de
	cumplimiento	cumplimiento	cumplimiento
	(%) ANTES	(%) DESPUÉS	(%) DESPUÉS
	Julio 2016	Noviembre-2016	Febrero-2017
<i>Seiri (clasificación)</i>	60,0%	74,3%	77,1%
<i>Seiton (orden)</i>	65,5%	80,0%	80,0%
<i>Seiso (limpieza)</i>	66,7%	80,0%	84,0%
<i>Seiketsu (estandarización)</i>	66,7%	76,0%	80,0%
<i>Shitsuke (disciplina)</i>	73,3%	80,0%	80,0%
% Cumplimiento	66,4%	78,1%	80,2%

6.2 Propuesta de unificar la ubicación física de los procesos productivos de la empresa en una misma planta y rediseño de planta.

Ryctel Ltda. Inicialmente contaba con dos plantas de trabajo para la realización de su proceso productivo, estas se encuentran ubicadas en diferentes localidades, la planta de trabajo A ubicada en la Cra 15 No. 7-29 en Bucaramanga Santander, donde funciona el área administrativa y se desarrolla todo el proceso metalmecánico que va desde el diseño de la envolvente del producto hasta el ensamble metalmecánico; también se encuentra la planta de producción B, la cual está ubicada en la Cra 7 No. 4-16 en el municipio de Piedecuesta Santander, allí se realizaba todo el proceso de ensamble eléctrico, que inicia con la instalación del cableado, barrajes y demás elementos eléctricos y culmina con una serie de pruebas eléctricas indispensables antes de finalmente proceder a realizar la entrega del producto final al cliente.

La distancia a recorrer entre las dos sedes es de 21 a 35 kilómetros aproximadamente y dependiendo de la ruta que se decida tomar puede variar, lo anterior implica un tiempo de

desplazamiento de aproximadamente 40 min a 1 hora y depende del tráfico presente en la ciudad a la hora de realizar los traslados. A continuación se puede ver la ubicación geográfica de los dos centros productivos de Ryctel Ltda (*Figura 23*).

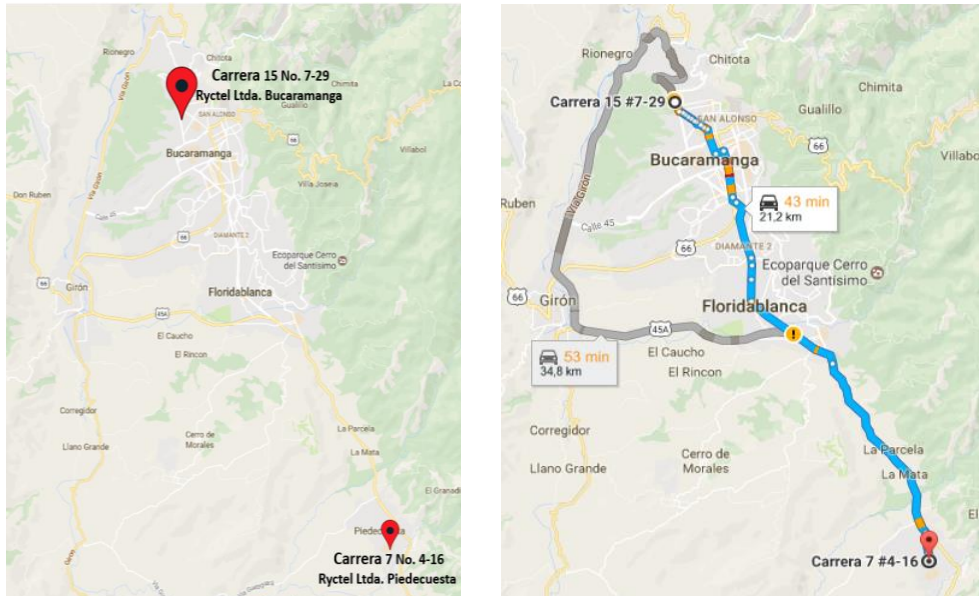


Figura 23. Ubicación Geográfica Ryctel Ltda.

Los objetivos principales de esta propuesta son la disminución de los tiempos de respuesta al cliente y lograr una reducción de los costos de transporte, lo anterior se plantea alcanzando eliminando los traslados de producto en proceso de una planta a otra.

Se discriminaron los costos que la empresa tuvo que cubrir por concepto de Transporte de material entre las dos sedes en los últimos 4 meses *Ver tabla 20*, esto se tuvo en cuenta como parte de la justificación de esta mejora.

Tabla 20 *Costos de Transporte de material entre las dos sedes.*

MES	VALOR
Octubre 2016	1.755.000
Noviembre 2016	1.625.000
Diciembre 2016	1.495.000
Enero 2017	1.690.000
Promedio Mensual	1.641.250

Para la implementación de esta propuesta fue necesario realizar un análisis de la distribución de planta general de acuerdo a las características, orden de los proceso y el flujo de material en la planta, de acuerdo con lo anterior se desarrollo un modelo de redistribucion de planta y se procedio a realizar las adecuaciones de la planta A con sede en Bucaramanga necesarias para finalmente trasladar el area de ensamble electrico y demas areas que funcionaban inicialmente en la planta B.





6.2.1. Análisis de distribucion general de planta.

Teniendo en cuenta las características del proceso productivo desarrollado en la empresa, y haciendo uso de los diagramas de flujo y de recorrido se elaboró la matriz de relaciones entre los diferentes centros de trabajo (*tabla 21*), el objetivo principal de esta matriz es mostrar la relación e interacción existente entre las operaciones. La matriz de relaciones se elabora con base en una escala (*tabla 20*) previamente definida que nos permite medir el grado de importancia existente entre las distintas actividades.

Con base en características como: el flujo de materiales, la relación de actividades, el espacio disponible, los requerimientos de espacio, entre otros se planteó esta propuesta de rediseño de planta, cuyo principal objetivo es la unificación física de los proceso productivos en una misma

planta con el fin de alcanzar una disminución en el Leand Time de los diferentes productos fabricados en la empresa.

Tabla 21. *Prioridad y Razón de relaciones.*

CÓD.	PRIORIDAD	VALOR	SÍMBOLO	CÓD.	RAZÓN
A	Alta	3		1	Cantidad de flujo de material.
M	Media	2		2	Contacto frecuente.
B	Baja	1		3	Supervisión de personal.
X	Indeseado	0			

Luego de identificar las relaciones existentes entre los centros de trabajo se elabora el diagrama de relación de actividades (*Ver figura 24*) en este se evidencian las necesidades de relación alta y media, este permite realizar las propuestas de diseño. El diagrama se elaboró bajo la supervisión de la tutora del proyecto.

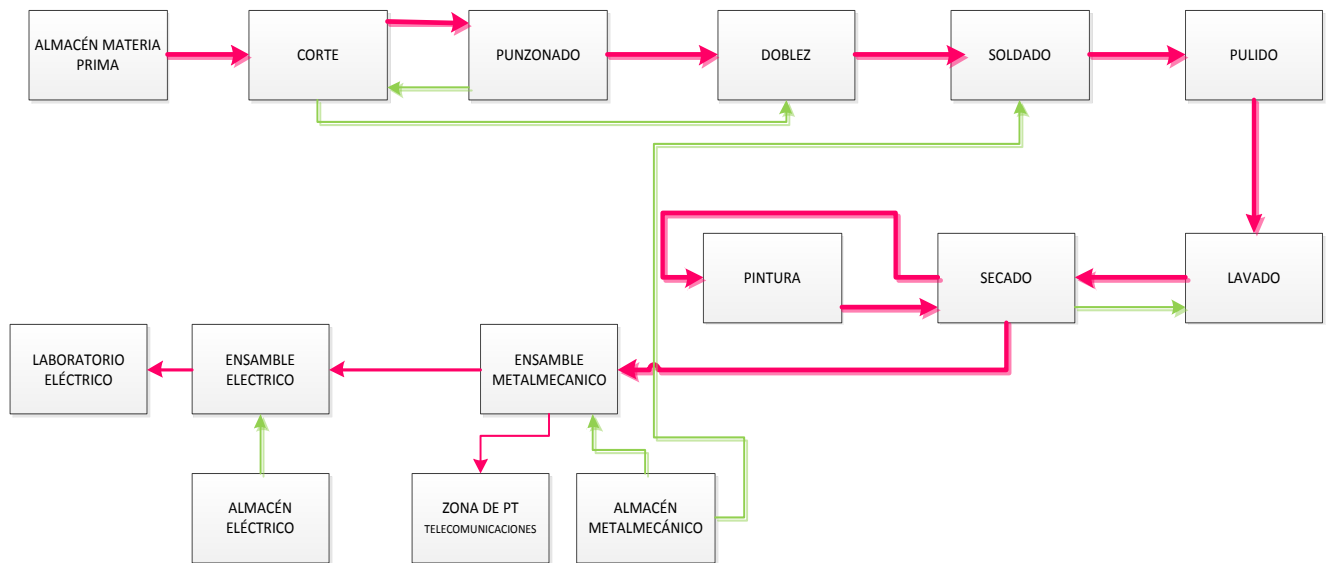


Figura 24. Diagrama de Relación de actividades.

Tabla 22. Matriz de Relación de actividades.

	Coordinador metalmecánico	Almacén de lamina	Corte	Punzonado	zona de retal (Chatarra)	Doblez	soldado	Pulido	lavado	Baños	Laboratorio de lavado	secado (horno)	Cabina de Pintura	Stand de pinturas	Ensamble Metalmecánico	Almacén Metalmecánico	zona de PT Telecomunicacion	Almacén Eléctrico	Ensamble Eléctrico	Laboratorio Eléctrico	Comedor
Coordinador metalmecánico		B	M	M	B	M	M	M	M	M	B	B	M	B	A/3	B	A/3	B	B	B	M
Almacén de lamina			A/1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Corte				A/1	M	M	B	M	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M
Punzonado					A/2	A/1	B	M	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M
zona de retal (Chatarra)						B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Doblez							A/1	A/2	M	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M
Soldado								A/1	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M
Pulido									A/1	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M
Lavado										M	A/2	A/1	B	B	B	B	B	B	B	B	M
Baños											B	B	M	B	M	B	B	B	M	B	B
Laboratorio de lavado												B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
secado (horno)													A/1	B	A/1	B	B	B	B	B	B
Cabina de Pintura														A/2	B	B	B	B	B	B	M
Stand de pinturas															B	B	B	B	B	B	B
Ensamble Metalmecánico																A/2	A/1	B	A/1	B	M
Almacén Metalmecánico																	B	B	B	B	B
zona de PT Telecomunicaciones																		B	B	B	B
Almacén Eléctrico																			A/2	B	B
Ensamble Eléctrico																				A/1	M
Laboratorio Eléctrico																					B
Comedor																					

Basado en el planteamiento anterior, se elaboró el plano de distribución de planta propuesta, la cual se fundamenta en la distribución por producto, esta organiza los elementos en una línea de acuerdo a la secuencia de actividades que se deben realizar dentro del proceso para la elaboración de un producto, para el caso de Rycotel, tanto la línea de productos eléctricos como la línea de productos de telecomunicaciones siguen una misma línea base dentro del proceso, por lo que se decidió mantener la ubicación de la mayoría de elementos de la planta de Bucaramanga a diferencia del traslado de los procesos eléctricos y su respectiva adecuación.

Lo anterior con el fin de agrupar la maquinaria y equipos necesarios en una misma zona y ordenarlos de acuerdo a la secuencia del proceso de fabricación. Para la elaboración de dicha propuesta se tuvieron en cuenta las limitaciones de infraestructura presentes, en el *Apéndice M* se presenta dicha propuesta. A continuación se presentan tanto las ventajas como las desventajas de la implementación de dicha distribución.

Ventajas:

- La unificación física de los procesos productivos en una misma planta logra una disminución tanto de transportes como de tiempos de respuesta al cliente, pues se eliminó la distancia de ir de un lugar a otro (21,2 Km), lo que implicaba un tiempo aproximado de recorrido de 43 a 53 minutos en automóvil; esto da como resultado una disminución directa del Lead Time de por lo menos 43 minutos. Es decir pasa de *135.564* segundos a *130.164* segundos *aproximadamente*, lo que equivale a una reducción del 4,14 %.

Tabla 23. *Lead Time Antes y Después de unificar la Planta.*

Procesos	Lead Time	Lead Time
	(Antes)	(Después)
	Seg.	Seg.
Procesos metalmecánicos	79.764	79.764
Ensamble metalmecánico	21.600	21.600
Cargue, descargue y transporte B/ga-Piedecuesta.	5.400	0
Ensamble eléctrico	28.800	28.800
TOTAL	135.564	130.164

$$\% \text{ Reduccion del Lead Time} = \frac{\text{Tiempo final} - \text{Tiempo Inicial}}{\text{Tiempo inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ Reducción Lead Time} = 4,14\%$$

- En general la implementación de dicha mejora proporciona una disminución de un 99,31% en la distancia recorrida desde que se inicia el proceso hasta que se obtiene el producto final, esto para la línea de producción eléctrica, en el *apéndice N* podemos ver el diagrama de recorrido propuesto. Adicionalmente en el *apéndice B* se encuentra la matriz de distancias y en la *tabla 24* presenta un resumen de la distancia total recorrida entre los centros de trabajo.

- Adicionalmente a esta unificación se puede adaptar un asesor como sistema de transporte entre un piso y otro de la planta, el cual servirá como medio de comunicación entre el área de secado y ensamble metalmecánico, así como ensamble metalmecánico y ensamble eléctrico.

- Teniendo en cuenta únicamente la línea de telecomunicaciones, esta lograra una disminución del 11,35 % de la distancia total recorrida como resultado de las adaptaciones sugeridas, el diagrama de recorrido para telecomunicaciones se puede observar en el *Apéndice W*.

- Contribuye a un flujo de proceso continuo.
- Aporta mejorando el bienestar de los operarios.

Desventajas:

- Según cotización inicial elaborada por un contratista externo la adecuación requiere una inversión aproximada de \$ 23'000.000 para trasladar las actividades de ensamble y pruebas eléctricas; la cotización inicial de la adecuación incluye una remodelación de la zona de trabajo, el traslado de los equipos e instalación de una grúa tipo asesor.

Tabla 24. *Distancia entre centros de trabajo.*

RUTA	Distancia- Actual (metros)	Distancia – Propuesta (metros)
Almacén de lámina – Corte	4,3	4,3
Corte – Punzonado	5	5
Punzonado – Corte	5	5
Punzonado - Doblez	5	5
Corte-Doblez	10	10
Corte-Pulido	15	15
Pulido – Doblez	5	5
Doblez – Soldado	5	5
Doblez – Lavado	15,43	15,43
Soldado – Pulido	0	0
Pulido – Lavado	20,43	20,43
Lavado – Secado	8,3	8,3
Secado (Horno) – Cabina de pintura	3,8	3,8
Cabina de pintura – Secado (Horno)	3,8	3,8
secado (horno) – Ensamble Metalmecánico	38,75	21,4
Ensamble Metalmecánico – Zona de PT Telecomunicaciones	8	8
Ensamble Metalmecánico – Ensamble Eléctrico	21200	8,4
Ensamble eléctrico - Laboratorio Eléctrico	2,5	8,2
TOTAL RUTA (m)	21355,31 m	142,03 m

Periodo de Recuperación de la inversión

Se realizó el cálculo del periodo de recuperación de la inversión con el propósito medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo FNE de la inversión recuperen su costo o inversión inicial.

Tabla 25. *Calculo del periodo de recuperación de la inversión.*

	Per 0	per 1	Per 2	per 3	per 4-11	per 12	per 13	per 14
Flujo de efectivo		1641250	1641250	1641250	---	1641250	1641250	1641250
disminuido por								
costos de								
transporte								
-Inversión Inicial	23000000							
Costo no		21358750	19717500	18076250	---	3305000	1663750	22500
recuperado								
Recuperación de la inversión hasta el periodo 14								22977500
Costo no recuperado al Periodo 14								22500
Costo no recuperado/FNE del periodo 15								0,013709
Periodo de recuperación de la inversión total de acuerdo a los flujos netos de efectivo.								14,01371

Este cálculo arrojó como resultado que pasados 14 meses aproximadamente, la empresa recuperará la inversión inicial y empezará a generar utilidades operacionales producto de la inversión.

Actividades requeridas para la implementación de la propuesta: Para el desarrollo de la propuesta planteada se requiere realizar previamente las siguientes actividades:

- Retirar elementos innecesarios de la zona a adecuar (Cuarto Piso) entre los que se encuentran: cajas, material obsoleto, producto en proceso en buenas condiciones y partes desechadas acumuladas allí.
- Adecuar el piso, las paredes, el techo, puertas y demoler una chimenea ubicada en esta zona con el fin de liberar espacio.
- Adecuación de conexiones eléctricas óptimas para el correcto funcionamiento de los equipos a instalar en esta zona.
- Diseño, fabricación e instalación de una grúa tipo asesor que comunique el primer nivel de la planta con el cuarto nivel.
- Traslado de las máquinas y equipos que se encuentran en la planta de Piedecuesta a la planta de Bucaramanga.
- Ubicación e instalación de estantería, maquinaria y equipos en los lugares designados para estos.

6.3 Propuesta de diseñar e implementar una herramienta ofimática para controlar el tiempo real de ejecución de las actividades programadas.

El objetivo de esta propuesta es el diseño de un aplicativo que basado en el estudio de tiempos pueda calcular y entregar al usuario el tiempo planeado de ocupación de cada uno de los recursos dependiendo de datos de entrada como el producto a elaborar, el tipo de producto que se va a procesar y proceso que se va a ejecutar.

Esta herramienta, busca facilitar el cálculo del tiempo necesario de procesamiento para la obtención de un producto o una cantidad de productos determinada, con el fin de acordar con los

clientes una fecha de entrega más congruente a los tiempos reales de procesamiento y a la capacidad disponible de la planta.

El diseño del aplicativo “Tiempos ryctel” permite al usuario la consulta de los diferentes tiempos de procesamiento y de acuerdo a estos, la persona encargada de programar determinará en qué momento puede iniciar una orden de producción y el tiempo que tardará esta en salir de la planta como producto final. Estos tiempos estimados pueden ser trasladados al cliente como tiempo de entrega del producto, así la empresa puede dar una fecha estimada más acorde a la realidad del proceso y evitar comprometerse con entregas difíciles de cumplir.

Para el desarrollo de esta propuesta primero se depuró la información consignada en los controles de producción de cada centro de trabajo, esto para determinar los tiempos de procesamiento de los productos fabricados por la empresa, los cuales se encuentran consolidados en el *apéndice I*. A partir de estos y del estudio de tiempos, se elaboró una macro en Excel (*Apéndice R*) que dependiendo de datos de entrada (*figura 26*) como el producto, tipo de producto, cantidad y proceso, esta calcula y muestra en formato de horas, minutos y segundos (*hh:mm:ss*) el tiempo planeado para la ejecución de dicho proceso.



Figura 175. Menú de inicio aplicativo Ryctel.

PRODUCTO	TIPO PRODUCTO	PARTE	PROCESO	CANT	x SUP	PRUNZ O DOB	TIEM PO	TIEMP O	HH-MM-SS
TABLERO_AUTOSOPORTADO		<ul style="list-style-type: none"> PUERTA FRONTAL TAPA REF-R FUERZO PUERTA TAPA REF-R FUERZO PUERTA TABLITA TAPA FRONTAL INFERIOR ONCHAPISO PISO TAPA EMPAQUETA TABLITA ELEGIDA BANDEJA 							

Figura 26. Datos de Entada para calcular los tiempos teóricos.

Esta herramienta adicionalmente permite que una vez ejecutado el proceso, de acuerdo a las ordenes programadas anteriormente, el usuario pueda ingresar el tiempo real empleado en la ejecución de dicho proceso, lo que permite realizar una comparación entre el tiempo planeado y el tiempo real ejecutado (Ver figura 27) con el fin de verificar el cumplimiento de los tiempos planeados de producción.

PRODUCTO	TIPO PRODUCTO	PARTE	PROCESO	CANT	HH-MM-SS REAL
BANDEJA	BANDEJA 26.5	CUERPO	ENSAMBLE	10	
GABINETE_DE_PISO	120X60X60 PUNZO	PARAL	LAVADO	16	
BANDEJA	BANDEJA 17.5		CORTE	20	
GABINETE_DE_PARED	5RU MINI PUNZO		CORTE	10	
BANDEJA	BANDEJA 26.5	CUERPO	ENSAMBLE	10	

Figura 187. Menú de entrada datos Reales

Adicionalmente la aplicación guarda en una base de datos las ordenes de producción y de ser requerido por el usuario, la herramienta genera informes mensuales por proceso (figura 28) donde indica el porcentaje de cumplimiento de los tiempos reales de procesamiento comparados los tiempos teóricos determinados.

FECHA	PRODUCTO	TIPO PRODUCTO	PARTE	PROCESO	CANT	HH:MM:SS	TIEMPO REA	DIFERENCIA
23/04/2017	BANDEJA	BANDEJA 26,5	CUERPO	ENSAMBLE	10	0:18:17		
23/04/2017	GABINETE_DE_PISO	120X60X60 PUNZO	PARAL	LAVADO	16	9:00:00		
23/04/2017	BANDEJA	BANDEJA 17,5		CORTE	20	0:13:48		
23/04/2017	GABINETE_DE_PARED	SRU MINI PUNZO		CORTE	10	1:11:29		
23/04/2017	BANDEJA	BANDEJA 26,5	CUERPO	ENSAMBLE	10	0:18:17		

Figura 198. Base de datos Tiempos de producción.

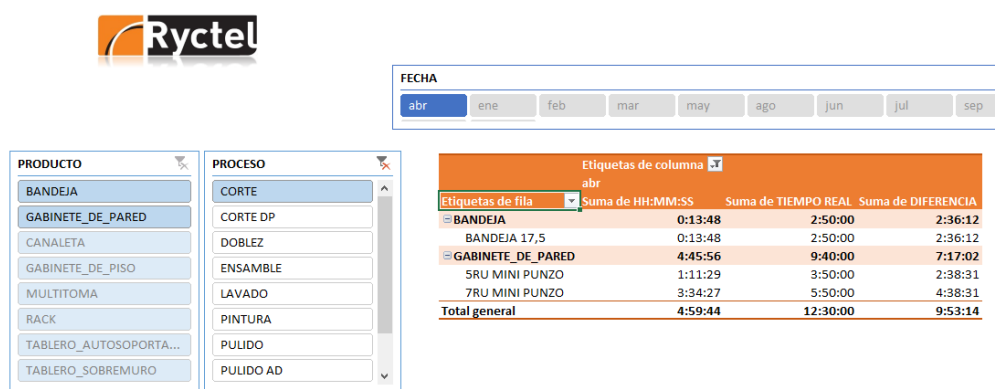


Figura 209. Modelo de informe Aplicative "tiempos Ryctel"

Finalmente se hizo entrega de la herramienta a la empresa y se capacito a la coordinadora de calidad y producción para que sea ella la persona encargara de la ejecución y administración de esta herramienta.

6.4. Propuesta mejorar en el método de corte para garantizar el suministro de material al Recurso cuello de botella.

El proceso de corte es la actividad inmediatamente anterior al proceso de punzonado “Recurso Restringido de Capacidad”. Se analizaron estos dos procesos y se encontró que aunque en el plano o lo que también recibe el nombre de orden de producción viajera se encuentran consignadas algunas de las características de cada una de las partes que conforman un producto, entre ellas el tipo de lámina, el dibujo en 2D de las partes una vez punzonadas, las distancias en las cuales el operario de doblado debe realizar los distintos pliegues a las diferentes partes, el color en el que se debe pintar el producto, entre otros (*apéndice X*); en este no se encuentra consignadas las medidas generales de las partes, es decir las medidas que deben tener las partes una vez cortadas. Por lo anterior la persona encargada de operar la máquina punzadora se encarga de una vez se tiene el orden de producción viajera en planta, realizar los cálculos necesarios y buscar en los programas de mecanizado las medidas de las partes necesarias para su proceso, esto lo debe hacer con cada parte de producto e ir anotado en los planos parte por parte, para luego entregar estas medidas al operario de Corte, lo que significa una pérdida de tiempo tanto para el operario como para la máquina punzadora, y un retraso en este centro de trabajo significa una pérdida de tiempo en todo el proceso productivo.

Se analizó la oportunidad de mejora junto con los operarios implicados, el coordinador metalmeccánico y la autora del proyecto, de donde surgieron dos posibles soluciones, enunciadas a continuación:

6.4.1 Opción 1. Asignar a la persona encargada de mecanizar la tarea de tomar las medidas del programa de mecanizado, realizar los cálculos necesarios y consignar las dimensiones generales

de cada parte en la orden de producción viajera antes de entregar estos planos en planta. Es decir que cada elemento que se planea elaborar tenga impresas sus dimensiones, para cuando el operario de corte reciba la orden, está ya tenga consigo las medidas a las que se deben cortar cada una de las partes. Esta es una solución que se implementará para los productos que no se fabrican por lote, así se evitaría que el operario de corte tenga que interrumpir la operación de punzonado para resolver sus dudas acerca de las dimensiones de los elementos a cortar.

6.4.2 Opción 2. Para los productos que se fabrican por lote se propuso buscar e implementar un programa que de acuerdo a las medidas de cada una de las partes optimice el uso de la lámina y entregue los planos de corte. Esta alternativa no solo soluciona el problema de las constantes consultas del operario de corte al operario de punzonado sino que también contribuye a la optimización de la lámina, que es la materia prima principal utilizada en el proceso de producción de Ryctel Ltda.

Para el desarrollo de esta mejora, es decir adquirir e implementar una aplicación que optimice el uso de la lámina y entregue los planos de corte al operario; también se tuvo que definir quién sería la persona encargada de dicha aplicación, por lo que se designó al Coordinador de producción como el encargado de utilizar la herramienta y entregar los planos de corte al operario encargado.

Para realizar la implementación de esta aplicación primero fue necesaria la revisión de los posibles programas útiles y que no generaran ningún costo para la empresa, es decir se revisó software gratuito, finalmente se encontró una aplicación libre y fácil de usar, esta herramienta es CutMaster2D.

6.4.2.1. CutMaster 2D. CutMaster 2D. Es un programa profesional para calcular las disposiciones rectangulares de corte. Permite maximizar el uso del material generando las disposiciones optimizadas. Utiliza algoritmos avanzados, diseñados especialmente para optimizar las disposiciones del corte en las industrias del metal, de los muebles, de cristal y similares.

Algunas de las ventajas de CutMaster son:

- Reduce los tableros basura y costes debido a la alta utilización del material y a la reutilización del exceso.
- Maximiza la productividad salvando tiempo necesario para crear y para analizar las disposiciones.
- Elimina errores de corte y reduce errores del operador.
- Hace posible la entrada de información de datos de forma fácil a través del teclado, de los ficheros nativos de CutMaster 2D, de los ficheros de Microsoft Excel, o de los ficheros de XML.
- CutMaster es acertado en las disposiciones calculadas porque entrega constantemente las mejores disposiciones del corte (CutMaster2D, 2017).

6.4.2.1.1. Uso. CutMaster 2D fue diseñado para las operaciones medias del corte, su objetivo principal es producir disposiciones de corte con alta productividad que utiliza el material de la mejor manera. En el *anexo 5* se puede observar cómo funciona la aplicación.

6.4.2.1.2. Características:

- CutMaster 2D cuenta con tres formas de dar entrada a los datos de información: Manualmente, a través del teclado; abriendo los ficheros del CutMaster 2D (formato de datos nativo) e importando desde Microsoft Excel.
- Sistema de medidas inglés o británico (Pulgadas, pies).

- Espesor de corte ajustable al tamaño de la lámina de sierra.
- Inspección previa de todas las disposiciones e informes.
- Cambio manual de las partes en las disposiciones de corte antes de imprimir.
- El interfaz está disponible en siete idiomas: Inglés, español, italiano, alemán, holandés, serbio y croata (CutMaster2D, 2017).

Ventajas de la implementación de CutMaster 2D Pro:

- La implementación de CutMaster 2D permitiría la elaboración rápida y entrega inmediata de los planos de corte al operario encargado de esta tarea.
- La utilización de esta herramienta permite un mayor aprovechamiento de la lámina.
- Hace más rápida la elaboración de los planos de corte, la aplicación calcula automáticamente la mejor distribución de las partes optimizando la utilización del material.
- El operario de corte teniendo finalmente las medidas necesarias de las partes, garantizara el suministro de partes a la operación siguiente, es decir punzonado.
- Finalmente representa una tarea menos para el operario de punzonado, es decir para el recurso restrictivo de capacidad, lo que al final quiere decir un ahorro en todo el proceso productivo.

7 Actividades complementarias

7.1 Jornada de sensibilización sobre el mejoramiento continuo.

Dentro del marco de este proyecto se realizó una capacitación con el fin de sensibilizar sobre la importancia del mejoramiento continuo y la participación activa de todos los empleados en la implementación de proyectos de mejora, allí se habló sobre el mejoramiento continuo, la metodología kaizen y los beneficios que se pueden lograr con su implementación en la organización, esta capacitación tuvo lugar en las instalaciones de la planta el día 6 de diciembre de 2016 y contó con la participación de 13 personas. En el *apéndice P y Q* se pueden observar la presentación de dicha capacitación y la lista de asistencia respectivamente.

7.2 Definición de políticas que permitan mejorar la capacidad del Recurso Cuello de botella.

Con el fin de mejorar la capacidad del Recurso Restringido “Punzonado” y teniendo en cuenta que cada minuto que se gane en este proceso se verá reflejado en todo el sistema productivo, se definieron una serie de políticas o recomendaciones a tener en cuenta con el objetivo principal de contribuir a una disminución de los tiempos improductivos, lo anterior se dio con la colaboración de los operarios de dicho centro de trabajo basados en su conocimiento y experiencia acerca del funcionamiento y los pormenores de esta área de trabajo. Estas recomendaciones se enuncian a continuación:

- Implementar los planos de corte y hacer que estos lleguen directamente al operario encargado de cortar las partes, para que este no tenga que interrumpir constantemente al operario de punzonado en busca de respuesta a sus inquietudes acerca de la longitud de corte de cada parte.

Como respuesta a esta recomendación surgió la propuesta de mejorar en el método de corte para garantizar el suministro de material al Recurso cuello de botella. La información referente a esta propuesta se encuentra consignada en el *capítulo 6 sección 6.4*.

- Para cuando se determinen las distancias de corte, se debe tener en cuenta que las partes tengan un margen de corte superior a un centímetro por cada lado, esto para evitar que la máquina dañe el material. Lo anterior fundamentado en que cuando las partes están cortadas muy exactas el operario debe permanecer muy atento a cualquier eventualidad que se presente y detener la máquina con frecuencia o trabajar a velocidad muy baja para prevenir problemas en la ejecución de la operación de punzonado.

- El operario de Punzonado debe permanecer el mayor tiempo posible en su lugar de trabajo, es decir evitar la realización de tareas diferentes a las que tienen relación directa con la operación.

- Se sugiere organizar una franja de tiempo dentro de la Jornada de trabajo para la realización de trabajos denominados “Urgentes” o “trabajos de calle”, esto con el fin de evitar la interrupción de la programación por inclusión de trabajos fuera del plan de producción. Estas interrupciones ocasionan bajas en el ritmo de trabajo y pérdida de tiempo.

- Se sugiere invertir en la adquisición de un compresor con el fin de asignar uno de estos equipos para la operación de punzonado únicamente; ya que actualmente el compresor se comparte con la cabina de pintura y cuando está se tiene que limpiar, la capacidad del compresor no alcanza para cubrir las necesidades de las dos actividades por lo que la operación de la máquina punzonadora se ve interrumpida hasta que este recupere presión nuevamente, este proceso tarda en ocasiones hasta 10 minutos.

- Encontrar una solución a las paradas del proceso de punzonado por cortes de la energía eléctrica.

En la *tabla 26* podemos ver el número de horas paradas reportadas para el proceso realizado por la máquina punzonadora en el año 2016.

Tabla 26. *Reporte de horas en la que la máquina punzonadora permanece parada.*

NOMBRE DE LA MÁQUINA	MES (2016)	HORAS TRABAJADAS	HORAS PARADAS
PUNZONADORA	ABRIL	445	6,5
PUNZONADORA	MAYO	445	27,38
PUNZONADORA	JUNIO	502	18,60
PUNZONADORA	JULIO	502	10,30
PUNZONADORA	AGOSTO	502	8,27
PUNZONADORA	SEPTIEMBRE	502	0,5
PUNZONADORA	OCTUBRE	502	2
PUNZONADORA	NOVIEMBRE	502	0,92
PUNZONADORA	DICIEMBRE	502	1,17

Una de las razones principales por las cuales se presentan interrupciones en el proceso de punzonado son los cortes de energía frecuentes en la zona donde se encuentra ubicada la planta.

Como solución a este problema y con el objetivo de garantizar el funcionamiento constante del Recurso Restrictivo de capacidad los directivos de la empresa tomaron la decisión de instalar una UPS con capacidad de suministrar energía eléctrica a la máquina hasta por lapsos de una hora y mantener en normal funcionamiento el proceso de punzonado, esta UPS se activa inmediatamente se produce el corte de energía eléctrica en la planta evitando que la operación se tenga que ver interrumpida. Con esto se pretende disminuir el índice de porcentaje de horas paradas respecto a horas trabajadas del recurso Restrictivo de capacidad.

8 Conclusiones

Con base en las oportunidades de mejora encontradas en el diagnóstico inicial del proceso productivo, se establecieron las acciones de mejora a implementar, entre ellas la metodología 5S's, la unificación física de los procesos productivos en una sola planta, el mejoramiento del proceso de corte para garantizar el suministro de material al recurso cuello de botella y el diseño e implementación de una herramienta ofimática, actividades que se desarrollaron en el marco del proyecto.

De acuerdo al estudio de tiempos realizado y al análisis del recurso cuello de botella se llegó a la conclusión de que el porcentaje de utilización equivalente al 71% de la capacidad instalada disponible de la planta. De acuerdo a esto se plantearon mejoras como la implementación de planos de corte para garantizar el suministro de material al proceso y una serie de recomendaciones para aumentar la capacidad del recurso cuello de botella “punzonadora”.

Con base en el estudio de tiempos y el análisis de los datos depurados de los controles de producción de cada centro de trabajo, se diseñó una herramienta ofimática mediante macros en Excel y bases de datos, que de acuerdo a los datos de entrada calcula los tiempos de ejecución estimados, y adicionalmente le que permite al usuario ingresar por teclado los tiempos reales de procesamiento luego de realizada la operación para automáticamente generar informes mensuales que permiten medir el nivel de cumplimiento de los tiempos planeados de producción.

Se implementaron mejoras que lograron resultados como la disminución en un 4,14% del Lead Time para los productos eléctricos, así como la logró una reducción de la distancia recorrida del producto en proceso en un 11,35% a través de los diferentes centros de trabajo metalmecánicos.

Por medio de capacitaciones a los operarios de planta se dieron a conocer metodologías japonesas de mejoramiento continuo como kaizen y 5S's, con el objetivo de sensibilizar sobre los beneficios de la implementación de estas metodologías en la organización y resaltar la importancia de la participación activa de todo el personal de la empresa en el desarrollo de este tipo de proyectos, en estas capacitaciones se establecieron lazos de confianza y se logró que el personal se hiciera participe del proyecto mediante la realización de aportes y sugerencias para las acciones de mejora.

La definición de indicadores de desempeño, permite a la empresa llevar control sobre impacto de las mejoras implementadas, identificar aspectos de bajo desempeño que merecen atención, además de facilitar la toma de decisiones futuras.

9 Recomendaciones

Con el propósito de apoyar el compromiso de Ryctel Ltda con el mejoramiento continuo y la satisfacción de sus clientes se elaboraron una serie de recomendaciones a ser tenidas en cuenta como propuestas de mejoramiento a futuro. Estas propuestas están enumeradas a continuación:

- Se recomienda a la gerencia que con base en los tiempos determinados, se desarrolle una herramienta que optimice la programación de la producción y que de acuerdo a la capacidad de la planta estime los tiempos de entrega al cliente para las distintas órdenes de producción.
- También se recomienda diseñar e implementar un sistema de planificación de requerimiento de materiales, que incluya una política de inventario de materiales, se determine el punto de reorden de materia prima y stock de seguridad. Lo anterior con el objetivo de garantizar las existencias de materia prima siempre que sean requeridas en el proceso productivo.
- Es importante que la empresa en cabeza del Jefe de producción establezca una política de definición de prioridades claras, que determine la secuencia en que van a entrar a producción los distintos proyectos, esto tanto para la línea eléctrica como para la línea de productos de telecomunicaciones.
- Adicionalmente es necesario que la empresa se enfocarse en mejorar el Recurso cuello de botella “Punzonado” con el fin de aumentar su capacidad hasta que este deje de ser la restricción del sistema; teniendo en cuenta que una hora perdida en el recurso cuello de botella es una hora perdida en todo el sistema productivo y que no debemos concentrar esfuerzos en una máquina cuya utilización está por debajo de su capacidad, ya que el ritmo de producción está determinado por el recurso cuello de botella.
- Finalmente se recomienda a la empresa hacer seguimiento a las mejoras implementadas

Referencias Bibliográficas

Caso Neira, A. (2006). Técnicas de medición del trabajo. Madrid: Madrid FC.

Chase, R. J. (2005). Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Mexico: Editorial Mc Graw Hill. Décima edición.

CutMaster2D. (Marzo de 2017). *CutMaster2D Pro*. Obtenido de <http://www.cutmaster2d.com/esp/index.html>

CutMaster2D. (Marzo de 2017). *CutMaster2D Pro*. Obtenido de <http://www.cutmaster2d.com/esp/specsheet.html>

Eficiencia Gerencial y Productividad S.A. (Agosto de 2016). *Eficiencia Gerencial*. Obtenido de <http://eficienciagerencial.com/content/view/91/53/1/0/>.

Garcia Criollo, R. (2005). Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. México D.F.: McGraw-Hill. Segunda edición.

GRUPO REGIONAL ISO. (2005). Gestión y Auditoria de la Calidad para organizaciones públicas. Universidad de Antioquia.

Harrington, J. (1993). Mejoramiento de procesos. Bogotá: McGraw-Hill.

Hoyos Torres, W. (2010). Un libro de calidad. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.

Krajewski, L. J. (2000). Administración de operaciones. Estrategia y análisis. En L. P. Ritzman. México: Pearson educación, Octava edición .

Ortiz Pimiento, N. R. (1999). *Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*. Bucaramanga: Publicaciones UIS.

Rajadell, M. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una Necesidad*. Madrid.: Ediciones Diaz de Santos.

Ryctel Ltda. (16 de julio de 2016). *Ryctel Ltda.* Obtenido de <http://www.ryctel.com/quienes-somos/lacompania/quienes-somos/politica-de-calidad.html>

Ryctel Ltda. (15 de julio de 2016). *Ryctel Ltda.* Obtenido de <http://www.ryctel.com/quienes-somos/lacompania/quienes-somos/que-hacemos.html>

Ryctel Ltda. (15 de julio de 2016). *Ryctel Ltda.* Obtenido de <http://www.ryctel.com/quienes-somos/lacompania/quienes-somos/mision-y-vision.html>

Silva Matiz, D. A. (s.f.). *Teoria de indicadores de gestion y su aplicacion practica*. Recuperado el 22 de Agosto de 2016, de Universidad Militar Nueva Granada: <http://www.umng.edu.co/documents/10162/745281/V3N2>

Villaseñor, A. (2007). *Manual de lean manufacturing Guía básica*. México: Limusa.