

PROPUESTA DE REINGENIERIA PARA UNA DISTRIBUCION POR PROCESOS
EN LA FABRICACION DE CAMISAS PARA MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA EN LA EMPRESA FUNDICIONES ESPITIA Y CIA LTDA

POR:
JOHANNA PATRICIA GARCÍA SALAZAR
EDIER HERMIDEN RAMÍREZ RIVERA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCION Y AFINES
INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2013

PROPUESTA DE REINGENIERIA PARA UNA DISTRIBUCION POR PROCESOS
EN LA FABRICACION DE CAMISAS PARA MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA EN LA EMPRESA FUNDICIONES ESPITIA Y CIA LTDA

POR:
JOHANNA PATRICIA GARCÍA SALAZAR
EDIER HERMIDEN RAMÍREZ RIVERA

TESIS DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIEROS INDUSTRIALES

CARLOS VILLEGAS
ASESOR METODOLÓGICO Y TEMÁTICO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCION Y AFINES
INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2013

Nota De Aceptación:

Firma Del Presidente Del Jurado

Firma Del Jurado

Firma Del Jurado

Medellín, 14 de junio de 2013

CONTENIDO

| | Pág. |
|--------------------------------|------|
| LISTA DE FIGURAS | 8 |
| LISTA DE TABLAS | 10 |
| LISTA DE ANEXOS | 11 |
| GLOSARIO | 12 |
| RESUMEN | 14 |
| INTRODUCCION | 15 |
| 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 16 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA | 17 |
| 2. OBJETIVOS | 18 |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL | 18 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 18 |
| 3. JUSTIFICACION | 19 |
| 4. MARCO DE REFERENCIA | 21 |
| 4.1 CONTEXTUAL | 21 |
| 4.2 TEORICO | 23 |
| 4.2.1 Estudio de métodos | 23 |
| 4.2.2 Registrar los hechos | 23 |
| 4.2.2.1 Cursograma analitico | 24 |

CONTENIDO

| | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.2.2 Construcción de un diagrama de procesos | 25 |
| 4.2.2.3 Diagrama de recorrido | 26 |
| 4.2.3 Examinar | 26 |
| 4.2.4 Distribución en planta | 27 |
| 4.2.4.1 Objetivo distribución en planta | 28 |
| 4.2.4.2 Diferentes tipos de distribución | 28 |
| 4.2.5 Diseño de plantas | 29 |
| 4.2.6 Planificación sistemática de distribución en planta (Método SLP) | 31 |
| 4.2.7 Simulación | 32 |
| 5. DISEÑO METODOLOGICO | 34 |
| 5.1 TIPO DE INVESTIGACION | 34 |
| 5.2 FUENTES DE INFORMACION | 34 |
| 5.2.1 Fuentes primarias | 34 |
| 5.2.2 Fuentes secundarias | 35 |
| 5.2.3 Técnicas de recolección de la información | 35 |
| 5.2.3.1 Diseño de instrumentos para la recolección de la información | 35 |
| 5.2.4 Selección de la muestra | 36 |
| 5.2.4.1 Cálculo del tamaño de la muestra | 37 |
| 6. DESARROLLO DEL TRABAJO | 38 |
| 6.1 SELECCIÓN DEL TRABAJO | 38 |
| 6.2 PROCESO DE FABRICACION | 39 |
| 6.2.1 Fabricación camisa gasolina y diesel | 42 |
| 6.2.2.1 Camisa gasolina | 43 |

CONTENIDO

| | Pág. |
|-----------------------------------|------|
| 6.2.2.2 Camisa Diesel | 46 |
| 6.3 REGISTRO DEL METODO ACTUAL | 47 |
| 6.4 EXAMINAR INFORMACION ACTUAL | 74 |
| 6.4.1 Análisis de cursograma | 74 |
| 6.4.1.1 Camisa gasolina ruta A | 74 |
| 6.4.1.2 Camisa gasolina ruta B | 75 |
| 6.4.1.3 Camisa Diesel | 76 |
| 7. RESULTADOS | 78 |
| 7.1 CUESTIONARIO | 78 |
| 7.1.1 Análisis del cuestionario | 78 |
| 7.2 PROPUESTA | 87 |
| 7.2.1 Proyecciones de ventas | 87 |
| 7.2.2 Información de producción | 94 |
| 7.2.3 Requerimientos de espacio | 98 |
| 7.2.4 Requerimiento de tiempos | 101 |
| 7.2.5 Propuesta de distribución | 102 |
| 7.2.5.1 Distribución primer piso | 105 |
| 7.2.5.2 Distribución segundo piso | 106 |
| 7.2.6 Beneficios de la propuesta | 110 |
| 7.3 SIMULACION | 112 |
| 8. CONCLUSIONES | 129 |
| 9. RECOMENDACIONES | 130 |
| 10. REFERENCIAS | 131 |
| ANEXOS | 132 |

LISTA DE CUADROS

| | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| Cuadro 1 Símbolos diagramas de procesos | 25 |
| Cuadro 2 Recolección de la información | 35 |
| Cuadro 3 Producción anual de cada área | 38 |
| Cuadro 4 Porcentaje de participación de cada área | 39 |
| Cuadro 5 Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta A | 48 |
| Cuadro 6 Resumen de actividades camisa gasolina ruta A | 56 |
| Cuadro 7 Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta B | 57 |
| Cuadro 8 Resumen de actividades camisa gasolina ruta B | 64 |
| Cuadro 9 Cursograma analítico de material camisa diesel | 65 |
| Cuadro 10 Resumen de actividades camisa diesel | 73 |
| Cuadro 11 Ventas camisas diesel | 87 |
| Cuadro 12 Ventas camisas gasolina | 88 |
| Cuadro 13 Información para pronóstico camisa diesel | 88 |
| Cuadro 14 Información para pronóstico camisa gasolina | 91 |
| Cuadro 15 Volumen de producción | 93 |
| Cuadro 16 Unidades fabricadas por maquina | 94 |
| Cuadro 17 Secuencia de producción | 96 |
| Cuadro 18 Porcentaje de material represado | 97 |
| Cuadro 19 Matriz de volumen y relación | 97 |
| Cuadro 20 Espacio físico de la maquinaria | 99 |
| Cuadro 21 Combinación de rutas y maquinas | 101 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Figura 1 Fases del SPL | 32 |
| Figura 2 Cálculo del tamaño de la muestra | 37 |
| Figura 3 Operaciones generales para la fabricación de camisas | 40 |
| Figura 4 Operaciones para la fabricación de camisas gasolina y diesel | 43 |
| Figura 5 Recorrido de material camisa gasolina ruta A | 52 |
| Figura 6 Layout Distribución Actual | 53 |
| Figura 7 Recorrido de material camisa gasolina ruta B | 61 |
| Figura 8 Recorrido de material camisa diesel | 70 |
| Figura 9 Tabulación cuestionario sobre el proceso de fabricación Camisas | 78 |
| Figura 10 Grafico dispersión camisa Diesel | 90 |
| Figura 11 Grafico dispersión camisa Gasolina | 93 |
| Figura 12 Grafico de combinación de operaciones | 101 |
| Figura 13 Distribución Actual con Hexágonos | 103 |
| Figura 14 Distribución Ideal con Hexágonos | 104 |
| Figura 15 Distribución Propuesta con Hexágonos | 107 |
| Figura 16 Diagrama de recorrido propuesto | 108 |
| Figura 17 Layout Distribución Propuesta | 109 |
| Figura 18 Programación en Promodel simulación de la distribución actual | 112 |
| Figura 19 Layout distribución actual | 119 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| Figura 20 Programación en Promodel simulación distribución propuesta | 120 |
| figura 21 Layout distribución propuesta | 128 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| Tabla 1 Porcentaje de las actividades camisa gasolina ruta A | 74 |
| Tabla 2 Desglose transportes camisa gasolina ruta A | 74 |
| Tabla 3 Porcentaje de las actividades camisa gasolina ruta B | 75 |
| Tabla 4 Desglose transportes camisa gasolina ruta B | 76 |
| Tabla 5 Porcentaje de las actividades camisa diesel | 76 |
| Tabla 6 Desglose transportes camisa diesel | 77 |
| Tabla 7 Matriz de origen y destino | 95 |
| Tabla 8 Identificación de las áreas | 95 |
| Tabla 9 Porcentaje de relación entre áreas | 98 |
| Tabla 10 Porcentaje de espacio físico real por área | 100 |
| Tabla 11 Distancias recorridas con la propuesta | 110 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------|------|
| Anexo A Cuestionario sobre el proceso de fabricación camisas | 133 |
| Anexo B Área de trabajo torno CNC-2 | 135 |
| Anexo C Área de trabajo torno CNC-3 | 136 |
| Anexo D Área de trabajo rectificadora R-1 | 137 |
| Anexo E Área de trabajo rectificadora R-2 | 138 |
| Anexo F Área de trabajo control final | 139 |
| Anexo G Área de trabajo empaque | 140 |
| Anexo H Área de trabajo bruñidora B-1 | 141 |
| Anexo I Área de trabajo torno copiador TC-1 | 142 |

GLOSARIO

- **Bruñidora:** Maquina que se utiliza para la operación de bruñido, la cual cuenta con una mazorca ensamblada en un vástago con movimientos verticales y de rotación accionado por un sistema neumático.
- **Bruñido:** Terminado interior que se le da al cilindro por medio de piedras abrasivas que realizan movimientos verticales y de rotación.
- **Coco transportador:** Recipiente fabricado en acero, recubierto con arenas refractarias y trasportado a través de un riel, con ayuda manual.
- **Control Final:** Se llama Control Final a la última inspección visual y verificación de medidas, realizada a las camisas antes de ser despachadas al cliente.
- **Horno Cubilote:** Horno utilizado para fundir materiales ferrosos, cubierto con adobes y arena refractaria.
- **Maquina Centrifuga:** Maquina utilizada para la fabricación de cilindros de hierro, bronce, aluminio que actúa de acuerdo a la fuerza centrifuga, adhiriendo por medio de rotación a las paredes de un molde material colado.
- **Olla:** Recipiente fabricado en acero, recubierto con material refractario el cual recibe la colada que sale del horno el día de la fundición.
- **Piquera:** Canal revestido con material refractario, por donde pasa el hierro fundido hacia la olla.
- **Poros:** defectos que se presentan en la superficie de las camisas (interna y externamente), con apariencia de huecos o pequeñas burbujas impregnadas en el material.
- **Rectificado:** Proceso en el cual se le da al cilindro la medida del diámetro exterior requerido en el plano.
- **Rectificadora:** maquina utilizada para dar terminado exterior a las camisas de aleación gasolina, esta utiliza dos piedras abrasivas para hacer este pulido.

➤ **Rugosidad:** es la unidad de medida, con la cual se identifican los valores del terminado exterior o superficie lisa, con que entrega la camisa gasolina.

➤ **Torno Control Numérico Computarizado (CNC):** Torno de nueva tecnología el cual permite hacer programación de los cortes a realizar por medio de un software que trae internamente, por medio de ordenes las partes de la maquina se mueven mecánicamente sin necesitar la operación manual, esto facilita la labor del operario.

➤ **Torno Copiador:** torno convencional (tecnología un poco obsoleta), el cual se monitorea manualmente para aproximar los carros transversales y longitudinales a la pieza y de esta forma hacer las operaciones correspondientes.

RESUMEN

En el presente trabajo se realizo una propuesta de redistribución de la maquinaria, en el proceso de fabricación de camisas para motores de combustión interna, en la empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda., con la finalidad de reducir recorridos de la materia prima y optimizar el espacio actual, para lo cual se analizo la situación actual, mediante cursogramas analíticos de material y sus respectivos diagramas de recorrido.

Con los datos reales del proceso, pasamos a aplicar las fases del método SLP, en esta etapa analizamos la información y después de ello, se presenta una propuesta de reubicación de maquinaria la cual es representada por medio de hexágonos, con este redistribución se consigue una reducción importante del transporte de la producción lo que facilita el abastecimiento de las maquinas y almacenamiento del producto terminado.

Palabras claves: redistribución de maquinaria, cursogramas analíticos, diagramas de recorrido, método SLP.

ABSTRACT

In the present work make a proposal for machines distribution, in the process manufacturing of cylinder for internal combustion engines in the company Fundiciones Espitia and Cia Ltd, with order to reduce the raw material transportations and optimize the actual space, for which the current situation is analyzed by means analytical diagrams for materials and their respective flow charts.

With actual process data, had to apply SLP method steps, at this stage we analyze the information and thereafter, presents a proposed relocation of machines which is represented by hexagons, with this redistribution is achieved with a significant reduction in production transport which facilitates the supply of machines and storage of the finished product.

Keywords: Relocation of Machines, Cursogramas Analytical Circuit Diagrams, SLP method.

INTRODUCCION

A través del tiempo nos hemos dado cuenta como los procesos son objeto de constantes cambios y mejoras, varias personas se han dedicado a la investigación de nuevos métodos y modelos de producción que les permita a las organizaciones ser más eficientes y por ende generar una mayor productividad en sus centros de trabajo, como ejemplo de ellos se tienen todos los estudios que han realizado los grandes gurús en estos temas administrativos y de control.

El presente estudio está encaminado a valorar el sistema actual de distribución de maquinaria con el que cuenta la empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda., en la fabricación de camisas para motores de combustión interna, este proceso se ejecuta en la planta ubicada en el municipio de Bello y su elaboración se da desde la fundición de los materiales, pasando por procesos de mecanizado y finalizando con el despacho de la producción al cliente.

Internamente el proceso de mecanizado esta subdividido en áreas o centros de trabajo donde se dispone de la maquinaria necesaria para la transformación del producto en esta caso se cuenta con: 2 tornos de Control Numérico Computarizado, 2 Rectificadoras, 1 Bruñidora, 1 Torno Copiador y las demás actividades se componen de acciones manuales realizadas por los diferentes operarios.

Para el estudio de la redistribución de planta, existen varios modelos y pasos los cuales son aplicados según el tipo de industria y las características del producto, en este caso estamos hablando de una distribución por proceso; durante el desarrollo de este trabajo analizaremos las secuencias de las operaciones, el flujo de materiales, requerimiento de espacios y con base a ello se busca proponer una forma diferente de ver la ubicación de la maquinaria que permita hacer una optimización al procedo de transformación de los materiales.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los avances de las técnicas de administración han sido de gran ayuda para los dirigentes y ejecutivos de las empresas, los cuales ven cómo el mercado ha cambiado debido a su globalización y se han visto obligados a redefinir drásticamente su estructura interna, enfocándola a la mayor coordinación de sus procesos internos, con el fin de satisfacer mejor las necesidades frente al cliente, es por ello, que se plantea la necesidad de asumir las nuevas técnicas de gestión, como vía óptima hacia la consecución y mantenimiento de los nuevos mercados, considerando que su principal activo, es el capital intelectual, conocimiento y experticia, que han desarrollado a través del tiempo, el cual se convierte en la primer estrategia en la lucha por mantener el mercado, asumiendo que los pequeños detalles son los que marcan la diferencia.

El ambiente empresarial exige velocidad, las empresas suelen tener numerosos departamentos e instalaciones, algunos de ellos pueden estar representados por: finanzas, ventas, compras, producción, recursos humanos, todos ellos están ubicados en las plantas o espacios físicos donde funcionan las organizaciones, el propósito de cada uno es ser el mejor, alcanzando un alto grado de desempeño que les permita llegar a la excelencia administrativa y productiva, es por ello que cada elemento intenta funcionar bien dentro de su posición en la cadena administrativa, convirtiéndose en eslabones fuertes y sólidos para el correcto desempeño de la estructura organizativa.

Es importante tener en cuenta que todas las organizaciones buscan mejorar gradualmente para ser, a su vez, más efectivas y competitivas dentro del medio en el cual se desenvuelven, la alta gerencia hace un análisis funcional que permita racionalizar sus recursos y darle forma a las áreas “neurálgicas” para lograr el mejor desempeño y el cumplimiento de los objetivos.

En la empresa Fundiciones Espitia y cía. Ltda., una de sus líneas de producción es la fabricación de camisas para motor de combustión interna, cuya planta está ubicada en el kilómetro 3,5 autopista Medellín - Bogotá, zona industrial Croacia. En este local se dispone de la maquinaria necesaria para la elaboración del producto, desde la fundición hasta el empaque y despacho a la planta N°1 y a los clientes del mercado internacional, pero se aprecia que la disposición actual de la maquinaria, espacios de almacenamiento de material en proceso, y abastecimiento de camisas a cada una de las máquinas, genera un alto número

de recorridos lo que encarece el producto y genera desgaste o cansancio físico a los diferentes operarios que intervienen en cada una de las actividades de transformación.

La interrupción del flujo de trabajo entre estaciones, se debe a la falta de planeación y programación en la compra de la maquinaria, ya que a medida que se ha ido adquiriendo, se le ha asignado un lugar al interior de la planta, sin analizar técnicamente cual es la mejor opción de ubicación de acuerdo a la distribución y secuencia lógica del proceso de fabricación.

Todos estos factores nos llevan a pensar que las plantas necesitan tener en orden sus procesos, generando actividades que agreguen valor al producto, planeando cada uno de los movimientos de maquinaria, diseño de puestos de trabajo, de modo que se alcance un sistema productivo cuya misión es tener una cadena de abastecimiento económica, donde este valor se refleje en el costo de fabricación del producto.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Partir de una reubicación de la maquinaria se puede optimizar el espacio actual de la planta?

- ¿Con la organización de la planta se pueden disminuir los transportes excesivos del producto?

- ¿Controlando los transportes se puede obtener un menor costo de manipulación de los materiales?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las condiciones actuales desde el punto de vista de la distribución en planta, de la empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda., en el proceso de mecanizado de camisas, con el fin de optimizar espacios y reducir manipulación y transportes de los materiales (proceso y terminado).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar y registrar la distribución actual del proceso.
- Examinar la información recolectada de la situación actual.
- Diseñar una propuesta de redistribución de planta.
- Mostrar los posibles beneficios que se pueden obtener con la propuesta planteada
- Presentar la propuesta bajo simulación del proceso por medio del programa promodel.

3. JUSTIFICACION

La COMPAÑÍA FUNDICIONES ESPITIA, se mueve en un mundo totalmente competitivo que le exige cumplir con los requerimientos de calidad para poder ofrecer a sus clientes productos cada vez más confiables. Por esto, debe trabajar continuamente en la búsqueda de nuevos proyectos que contribuyan al mejoramiento continuo de sus procesos así como el cumplimiento con las exigencias de los consumidores y la ley.

Hoy en día en el área de mecanizado de camisas para motores, se tienen unas maquinas y procesos muy dispersos, generando largos recorridos, retrasos en las entregas, altos costos de producción y demasiado inventario en proceso.

Por todo lo anterior, se encontraron razones suficientes para realizar este proyecto donde se pueda visualizar una nueva redistribución en esta área, que permitirá mejorar su productividad, disminuir los recorridos en su proceso productivo, organizar su inventario en proceso y reducir los tiempos de entrega, esto generaría mayor rentabilidad y productividad.

En el estudio que se está planteando, FUNDICIONES ESPITIA podrá validar su distribución actual en el área de mecanizado de camisas para motores, y tomar una decisión de implementar la propuesta elaborada en este proyecto.

Al presentar este trabajo, la institución educativa se beneficia porque recibe información bibliográfica a cerca del tema: "Distribución de Planta", la cual está basada en la estructura física de una empresa perteneciente al sector industrial de la ciudad de Medellín.

Esta fuente de información puede servir a otros estudiantes o personas que estén interesados en conocer más detalladamente la ubicación de la maquinaria y el recorrido del material, en el proceso de fabricación de las camisas para motores, y de esta forma se observa cómo se da aplicación a uno de los temas de la Ingeniería.

Personalmente es un trabajo que aumenta el conocimiento adquirido en el aula de clase al profundizar en el tema de distribución de planta, esto nos ayuda a dar claridad a todos los conceptos y teorías que se han estudiado durante la carrera; en la materialización de este trabajo entendemos cuales son realmente los

cálculos y las variables que debemos tener en cuenta para una reorganización de la maquinaria en cualquier tipo de industria; también amplia nuestras inclinaciones hacia el mundo laboral, mostrando nuestro ingenio al proponer una distribución que permita ver la empresa más ordenada y segura de acuerdo con sus procesos productivos, es así como mostramos al empresario que no solo nos podemos desempeñar como analistas de procesos, en la toma de métodos y tiempos sino que nos adecuamos a las necesidades y problemáticas que se originan en cada uno de los procesos productivos.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 CONTEXTUAL

Fundiciones Espitia y CIA Ltda., ha sido constituida como una empresa familiar, hace aproximadamente cuarenta y tres años, la cual inicio, haciendo repuestos para los talleres de la zona de la Bayadera, luego paso a fundir piezas como: granadas, motobombas, hostiarios y todo tipo de repuestos de las empresas grandes de la ciudad de Medellín en esa época.

Llego el momento de seguir creciendo, ese fue el tiempo donde adquirió un local en el barrio Caribe, y en este, entro a competir en la industria metalmecánica, por ello se consiguieron tornos, fresadoras, taladros, sierras eléctricas y para la fundición se implemento el servicio de granallado.

Hacia el año de 1986, se inicia con el proyecto de ESLORUEDAS, el cual se dedica a la fabricación de ruedas para uso industrial; el segundo proyecto llamado CECAM se creó en el año 2003, para ello se adquirió un terreno en el municipio de Bello, allí poco a poco se fueron construyendo cada una de las maquinas centrifugas y se fue armando la estructura del proceso de fundición al tiempo que se empezó a sacar las primeras camisas en tornos convencionales. La fundición de hierro gris, se hace por medio de centrifugado, para ellos se debe disponer de pedidos, materia primas y demás insumos necesarios para el proceso.

Para la fabricación de las camisas se realizan las actividades de fundición centrifuga y mecanizado de camisas, para el área de fundición se cuenta con 14 maquinas centrifugas, un horno cubilote y el espacio adecuado para la localización de esta maquinaria; el área de mecanizado se constituye de dos tornos control numérico computarizado, dos rectificadoras, una bruñidora, un torno copiador, un torno convencional, herramientas de medición para la verificación de las medidas, de cada una de las unidades fabricadas.

Cuando la planta N°2 inicio sus labores, allí solo se fabricaban camisas para motores, el proceso de mecanizado estaba ubicado en el primer piso, habían espacios amplios y cómodos, por ende cuando se hacia la adquisición de una nueva unidad productiva no se tenía en cuenta el orden de las operaciones y solo se buscaba un espacio donde acomodar la maquinaria nueva, sin contar que con ello se aumentaban los recorridos y los movimientos de materiales, no se regulaban los espacios de almacenaje para el material en bruto y en proceso.

Simultáneamente a este proceso las directivas de la empresa, estaban incursionando en un nuevo mercado, el cual trataba de reparación de piezas por medio de soldaduras especiales, inicialmente este servicio se prestaba en la planta ubicada en el barrio Caribe, pero debido al aumento de la demanda y el tamaño de las piezas se vio la necesidad de trasladar este centro de trabajo a la planta ubicada en la zona industrial Croacia.

Al hacer el traslado de este proceso a la planta de fabricación de camisas, se debía compartir el espacio actual, es por ello que el área física de la bodega (de forma imaginaria) se dividió en dos, ubicando en un costado la maquinaria de mecanizado y al otro costado los equipos de soldadura y el espacio para sus respectivas piezas de reconstrucción, al hacer dichos movimientos no se realizaron cálculos específicos para conocer cuál era la mejor distribución de los procesos, de acuerdo con los requerimientos de material.

En los últimos años se han realizado grandes inversiones en tecnología, es por ello que se remplazaron los tornos convencionales de desbaste, por tornos de Control Numérico Computarizado, lo que ha ayudado a aumentar la producción mensual año tras año. Para la adquisición de esta maquinaria se realizaron algunas reformas locativas y se construyó una pieza, para proteger la maquina del polvo y la temperatura en los días de fundición, sobre la plancha se ubico la maquina rectificadora y en el interior de la oficina se coloca la mesa de control final y los recipientes con los líquidos antioxidantes para bañar las camisas y luego hacer la operación de empaque, esta nueva distribución funciono por un año, luego de ello se corrió el torno hacia un costado de la habitación y en el espacio desocupado, se ubico otro Torno de Control Numérico, al aumentar la producción de desbaste se hacía más apremiante el contar con espacios amplios para el almacenamiento, teniendo en cuenta esto se consiguió una plataforma la cual se adicione al borde de la plancha, funcionando como una extensión de la misma, es allí donde se suben las otras maquinas a la plancha (bruñidora, torno copiador, alesadora) y se saco de la oficina la parte de control final y se llevo para el nuevo espacio en la plancha.

Luego de esta modificación, se pensó en conseguir una nueva máquina rectificadora que cumpliera la función de rectificar camisas con pestaña, por ello adquirió dicho producto, el cual inicialmente lo ubico en el primer piso frente a la zona de desbaste CNC, a finales del año pasado, se pensó en cambiar de maquinaria y se vendieron algunas que ya no se usaban, lo que genero un espacio desocupado en el segundo piso, allí se trasladado la nueva rectificadora, siendo este movimiento, la última renovación que se ha realizado a la planta. En resumen el objetivo ha sido ubicar la maquinaria sin tener en cuenta factores

como: movimiento de materiales, recursos humanos, espacio utilizado al interior del edificio, tamaños, volumen y peso de los lotes de producción.

4.2 TEÓRICO

Para el estudio que se va a realizar sobre distribución en planta se debe iniciar con la aplicación de las técnicas que se usan en el estudio de métodos, para escoger el proceso, recolectar la información y examinarla es por ello que empezaremos dando las bases teóricas de cada uno de ellos según lo indicado en el libro Introducción al estudio del Trabajo (Organización Internacional Del Trabajo, 2004, p. 83-86).

4.2.1 Estudio de métodos. Se basa en combinar adecuadamente los recursos económicos, materiales y recursos humanos encaminados a mejorar la productividad de la empresa, teniendo en consideración condiciones ergonómicas y ambientales del lugar donde se desarrollan las actividades.

La simplificación del trabajo desarrolla el hábito del análisis crítico efectuado con una actitud despierta y una mentalidad inquisitiva; este enfoque se sirve de un método analítico que se ayuda de una serie de preguntas, de formas y diagramas que facilitan la interpretación de la información.

4.2.2 Registrar los hechos. El éxito del trabajo depende de la exactitud con la cual se registran los datos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear la nueva propuesta mejorada.

Para describir exactamente todo lo que se hace, probablemente se necesitarían varias páginas de escritura menuda, que requerirían atentos estudios antes de que el lector pueda tener total seguridad de que asimilo todos los detalles, para evitar esa dificultad se idearon otras técnicas o instrumentos de anotación, de modo que se pudieran consignar informaciones detalladas con precisión y al mismo tiempo en forma estandarizada.

Entre las técnicas, las más corrientes son los gráficos y diagramas, de los cuales hay varios tipos y se dividen en dos categorías:

a. Los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala. A este grupo pertenecen:

- Cursograma sinóptico del proceso.
- Cursograma analítico del operario.
- Cursograma analítico del material.
- Cursograma del equipo o maquinaria.
- Diagrama bimanual.
- Cursograma administrativo.

b. Los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurren, pero indicando su escala en el tiempo, de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí.

- Diagrama de recorrido o de circuito.
- Diagrama de hilos.
- Ciclograma.
- Cronociclograma.
- Grafico de trayectoria.

Para el presente trabajo se tendrán en cuenta el cursograma analítico y el diagrama de recorrido, por eso en este caso ampliaremos la explicación sobre ellos.

4.2.2.1 Cursograma analítico. Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

- Cursograma de operario: diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
- Cursograma de material: diagrama en donde se registra como se manipula o trata el material.


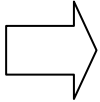




➤ Cursograma de equipo: diagrama en donde se registra como se usa el equipo.

En este diagrama se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando, además de los símbolos de operación e inspección, los de transporte, espera y almacenamiento, (et al, Organización Internacional Del Trabajo, 2004, p-93).

4.2.2.2 Construcción de un diagrama de procesos. Esta herramienta de análisis es una representación grafica de los pasos que siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso estos se identifican con un símbolo de acuerdo a su naturaleza.

Estas se dividen en 5 categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retardos o demoras y almacenajes.

Cuadro 1. Símbolos diagrama de procesos.

| Actividad | Descripción | Símbolo |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Operación | Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, también cuando se da o se recibe información o se planea algo. |  |
| Transporte | Se representa cuando un objeto o un grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. |  |
| Inspección | Se registra cuando lo objetos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualquiera de sus características. |  |
| Demora | Se da cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos con lo cual se retarda el siguiente paso planeado. |  |
| Almacenaje | Sucede al retener un objeto o grupo de ellos y se protegen contra movimientos o usos no autorizados. |  |
| Combinada | Se da cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo puesto de trabajo. |  |

Tomado de (et al, Organización Internacional Del Trabajo, 2004, p. 83-86).

4.2.2.3 Diagrama de recorrido. Se utiliza para establecer el recorrido de un solo producto o proceso; el diagrama de recorrido es la representación sobre un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala (en el que se muestra la posición de las máquinas y puestos de trabajo), del itinerario seguido por el objeto en estudio (material o persona), utilizando los símbolos para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos” (Sánchez, 2010, p-101).

4.2.3 Examinar. La técnica del interrogatorio es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas, se divide en dos etapas la preliminar y las preguntas de fondo estas últimas prolongan y detallan las primeras a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible remplazar por otro lugar, otra sucesión, la persona y/o los medios, (et al, Organización Internacional Del Trabajo, 2004, p.96).

Se hace por medio de preguntas que se dividen en dos grupos:

➤ **Preguntas preliminares:** se pone en tela de juicio, sistemáticamente y con respecto a cada actividad registrada, el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

El propósito: ¿Qué se hace en realidad?
¿Por qué hay que hacerlo?
El lugar: ¿Dónde se hace?
¿Por qué se hace allí?
La sucesión: ¿Cuándo se hace?
¿Por qué se hace en ese momento?
La persona: ¿Quién lo hace?
¿Por qué lo hace esa persona?
Los medios: ¿Cómo se hace?
¿Por qué se hace de ese modo?

➤ **Las preguntas de fondo:** son la segunda fase del interrogatorio, prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible remplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona y/o los medios.

- El propósito: ¿Qué se hace?
 ¿Por qué se hace?
 ¿Qué otra cosa podría hacerse?
 ¿Qué debería hacerse?
- El lugar: ¿Dónde se hace?
 ¿Por qué se hace allí?
 ¿En qué otro lugar podría hacerse?
 ¿Dónde debería hacerse?
- La sucesión: ¿Cuándo se hace?
 ¿Por qué se hace entonces?
 ¿Cuándo podría hacerse?
 ¿Cuándo debería hacerse?
- La persona: ¿Quién lo hace?
 ¿Por qué lo hace esa persona?
 ¿Qué otra persona podría hacerlo?
 ¿Quién debería hacerlo?
- Los medios: ¿Cómo se hace?
 ¿Por qué se hace de ese modo?
 ¿De qué otro modo podría hacerse?
 ¿Cómo debería hacerse?

Esas preguntas, en ese orden, deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado, (et a, Organización Internacional Del Trabajo, 2004, p.96-99).

4.2.4 Distribución en planta. La planeación de instalaciones es un proceso dinámico en el transcurso del tiempo. La metodología cambia conforme evoluciona la tecnología y se descubren nuevos enfoques. En la actualidad, la atención se concentra en el cliente y en la idea de que todos los componentes de una cadena de suministros deben funcionar juntos para planificar la instalación que apoye de manera exitosa todas las actividades de la cadena de suministro, (Bozer, Tanchoco, Tompkins, & White, 2011, p-269-270).

La planeación de instalaciones:

- Determina como los activos fijos tangibles de una actividad deben contribuir a cumplir con los objetivos de esta.
- Consiste en la ubicación de la instalación y el diseño de la instalación.
- Se puede abordar mediante un proceso de diseño de ingeniería.

- Es un proceso continuo y debe considerarse desde la perspectiva de un ciclo vital.
- Representa una de las oportunidades más importantes para reducir costos y mejorar la productividad.

4.2.4.1 Objetivo distribución en planta. El objetivo general es maximizar la eficiencia de los recursos humanos y materiales.

Para conseguirlo es necesario:

- Organizar la producción en el mínimo espacio para reducir así costes de desplazamiento de materiales, alquiler, mantenimiento y limpieza.
- Reducir transportes, con el consiguiente ahorro de mano de obra.
- Evitar retrocesos de los productos (para evitar cruces).
- Reducir las esperas en el curso del proceso productivo para disminuir el volumen de inmovilizado en curso y el plazo de fabricación.
- Buenas condiciones de trabajo tanto desde el punto de vista fisiológico (ergonomía) como psicológico (ambientación).

Esta información fue hallada en el libro (et al, Bozer, Tanchoco, Tompkins, & White, 2011, p-269-279).

4.2.4.2 Diferentes tipos de distribución.

a. En puesto fijo: el material no se desplaza, son los operarios los que van hacia el producto con las maquinas portátiles necesarias para hacer las distintas operaciones e incorporar componentes al producto. Ejemplos: fabricación de calderas, barcos, aviones.

b. Funcional (orientada al proceso): La planta se organiza en secciones especializadas, por tipos de máquinas. Todas las maquinas que realizan el mismo tipo de proceso o función se agrupan formando una sección: tornos, fresadoras, taladros, pinturas, etc.

Una vez acabas las operaciones en una sección, el material es trasladado al centro de trabajo, donde se tiene que realizar la siguiente operación quedando en espera junto a otros tipos de piezas para entrar en la máquina correspondiente, formando así una cola.

c. Línea de fabricación (orientada al producto): el material se desplaza de una operación a la siguiente sin solución de continuidad (líneas de producción, producción en cadena). Los puestos de trabajo se ubican según el orden implícitamente establecido en el diagrama analítico de proceso. Con esta distribución se consigue mejorar el aprovechamiento de la superficie requerida para la instalación.

4.2.5 Diseño de plantas. El planificador de plantas debe estar consciente de los objetivos y las metas de los directivos principales para maximizar el impacto del esfuerzo de diseño de plantas sobre tales objetivos y metas. Entre los objetivos empresariales más comunes están los adelantos destacados en el costo de producción, las entregas a tiempo, la calidad y el tiempo de preparación.

A mitad de la década de los setenta del siglo pasado, un comité de ingenieros y científicos de Japón perfeccionó y probó las herramientas como una ayuda para el mejoramiento de los procesos, tal como lo proponía el ciclo de Deming. En 1950, el Doctor W.E. Deming propuso un modelo para el mejoramiento continuo de los procesos que implica cuatro pasos: Planificar y establecer metas, fabricar o ejecutar, revisar o analizar y especificar acciones correctivas.

Las siete herramientas para la administración y la planificación son el diagrama de afinidades, el diagrama de interrelaciones, el diagrama de matriz, el diagrama de contingencias, el diagrama red de actividades y la matriz de priorización.

a. Diagrama De Interrelaciones: el diagrama de interrelaciones se utiliza para ubicar los vínculos lógicos entre los conceptos y tratar de identificar cuales conceptos tienen más impacto en los demás. El término diagrama se emplea porque la gráfica incluye arcos dirigidos, igual que en los diagramas fonéticos.

b. Matriz de priorización: sirve para juzgar la importancia relativa de cada criterio al compararlos entre sí. Al desarrollar alternativas de diseño de una planta, es importante considerar:

➤ **Características de la disposición:**

- ✓ Distancia total recorrida
- ✓ Visibilidad del piso de fabricación
- ✓ Estética general de la disposición
- ✓ Facilidad para agregar actividades futuras

➤ **Requerimientos de manejo de materiales:**

- ✓ Uso del equipo de manejo de materiales actual
- ✓ Requerimientos de inversión en equipo nuevo
- ✓ Requerimientos de espacio y de personas

➤ **Carga de unidad implícita:**

- ✓ Impacto en los niveles de trabajo en proceso (WP)
- ✓ Requerimientos de espacio
- ✓ Impacto en el equipo de manejo de materiales

➤ **Estrategias De Almacenamiento:**

- ✓ Espacio y requerimientos del personal
- ✓ Impacto en el equipo para el manejo de materiales
- ✓ Riesgos del factor humano.

➤ **Impacto general de la construcción:**

- ✓ Costo estimado de la alternativa
- ✓ Oportunidades para nuevos negocios

Encontrado en la siguiente referencia (et al, Bozer, Tanchoco, Tompkins, & White, 2011, p. 63-68).

4.2.6 Planificación sistemática de distribución en planta (Método SLP). El Systematic Layout Planing es un proceso organizado para la realización de distribuciones en planta. Seguir un método establecido facilita al responsable de la organización de la planta la tarea de realizar el análisis previo del proceso y el posterior diseño de la implantación. Para su desarrollo se estudian cinco elementos básicos: (Empresa FORINTEC Servicios Generales De Formación y Consultoría, 2008).

a. **Productos (P):** materias primas, materiales de compra, artículos semielaborados o terminados, clasificados en artículos, modelos o grupos.

b. **Cantidades (Q):** la cuantificación de los productos empleados, valorándolos de la forma representativa para el estudio en unidades, peso, volumen, valor, etc.

c. **Recorridos (R):** Estudia el conjunto de operaciones o manipulaciones que sufren los productos y el orden en el que son procesados.

d. **Servicios (S):** además del proceso productivo principal, existe toda una serie de procesos auxiliares necesarios para el desarrollo de la actividad, y para los que es preciso se prevea un espacio físico.

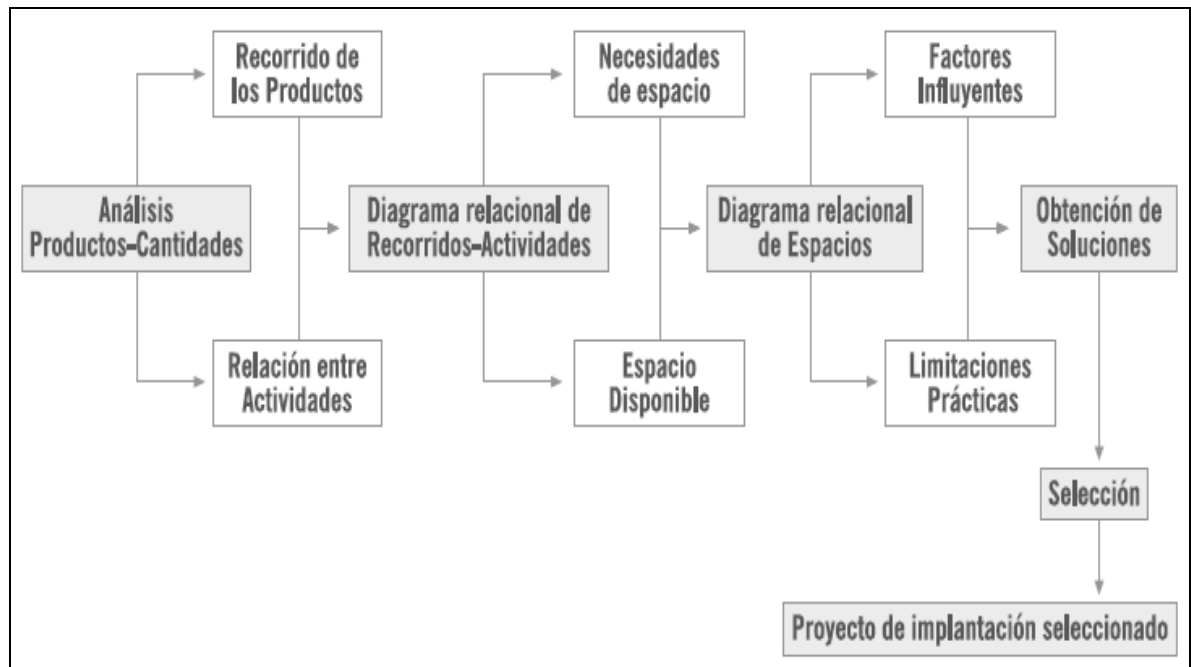
Se consideran servicios a mantenimiento, reparaciones, utillaje, servicios sanitarios, vestuarios, comedores y zonas de descanso, oficinas de producción, muelles de carga y descarga, almacenes, laboratorios.

e. **Tiempo (T):** vendrá determinado por el tiempo de ciclo del sistema, o por lo especificado en los planes de fabricación de la empresa. El tiempo es una variable definida por la estrategia de la empresa ya que viene definido por la planificación de la producción, de las necesidades de servicio al cliente y de la política de stocks (de materia prima y de material terminado) de la empresa.

Posteriormente, se van a combinar las relaciones entre los cinco elementos antes dichos para buscar la optimización de la distribución en planta.

Gráficamente, las fases que se siguen para la implementación de un SLP son las siguientes:

Figura 1. Fases del SLP



Tomado de: (Empresa FORINTEC Servicios Generales De Formación y Consultoría, 2008, p. 16).

4.2.7 Simulación. “Simulación es una representación grafica ficticia de una situación real, que se experimenta mediante modelos que son abstracciones de la realidad; el conocimiento adquirido en la simulación se aplica en el mundo real. Cuanto mayor sea el grado de aproximación de la simulación a la realidad, mayor será su utilidad”. (Blanco Rivera & Fajardo Piedrahita, 2006, p. 3).

a. Para qué sirve la simulación: hacer ensayos en los sistemas productivos o logísticos reales es prácticamente imposible por los altos costos y los riesgos que genera.

b. La ventaja de la simulación es que obliga al usuario a formarse una idea de la totalidad del sistema y buscar las interrelaciones de sus subsistemas, al contrario de la mayoría de métodos matemáticos, que optimizan localmente.

c. Las facilidades que ofrecen programas de simulación, está en poder trabajar, desde los simple hacia lo complejo, esto es, comenzando por la simulación de subsistemas pequeños que se van uniendo y mezclando, paso a paso, hasta obtener el sistema total, se manera que se pueden tener las visiones locales y la visión total del sistema.

d. Pasos para realizar una simulación: un proceso de simulación se puede entender como un proyecto compuesto por tareas y recursos requeridos los pasos son:

- ✓ Elaborar plan de estudio.
- ✓ Definir el sistema.
- ✓ Construir el modelo.
- ✓ Ejecutar experimentos.
- ✓ Analizar los resultados.
- ✓ Reportar los resultados.

El éxito de la simulación dependerá de la planeación y de comprender los requerimientos necesarios. Un modelo de simulación requiere un minucioso análisis de los resultados obtenidos, buena comunicación y poseer habilidades de ingeniería para visualizar las interrelaciones del sistema. La decisión de entrar a simular un proceso se toma cuando necesitamos diseñar un nuevo sistema o modificar el existente. (et al, Blanco Rivera & Fajardo Piedrahita, 2006, p.5-7-8).

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 TIPO DE INVESTIGACION

Se realizara un estudio de tipo descriptivo, ya que por medio de esta investigación, su puede estudiar a fondo el problema a tratar, caracterizando la situaciones presentadas en la empresa e indicando sus rasgos diferenciadores. el objetivo es llegar a conocer como es el proceso de fabricación, para así explorar y describir exactamente cuál es la distribución de los centros de trabajo en el entorno actual; por otro lado se complementa con el tipo explicativo, porque se trata de manifestar a las personas implicadas en el proceso, por qué se está generando el problema de investigación, y cuál es su relación causa – efecto, todo esto se puede hacer, basados en las teorías de los diferentes autores, dando cuenta de lo que sucede en la realidad y lo que plasma la academia en sus libros sobre tal problemática, partiendo de ello se obtiene la información necesaria para desarrollar el trabajo, porque se facilita el análisis de como es el conflicto ahora, que se puede hacer y que solución se dará.

La planeación de instalaciones debe tener en cuenta la disposición de la maquinaria, el flujo de materiales, el espacio físico de la planta, el recorrido de los operarios, todo esto con el fin de optimizar al máximo los recursos disponibles.

Utilizando las herramientas para la administración y planificación se encuentran diagramas y métodos de recolección de la información que permiten desarrollar nuevas ideas, que necesitan ser analizadas, priorizadas y evaluadas, es decir se hace aplicación de las teorías de análisis, deducción y por ultima se llega a la síntesis del problema, donde se hace la propuesta de modo general para ayudar a desarrollar el conflicto al interior de la planta.

5.2 FUENTES DE INFORMACION

5.2.1 Fuentes primarias. Las fuentes de información primaria a tratar en este proyecto son esquemas básicos los cuales permiten plasmar el medio actual, para ello tendremos, visitas periódicas para realizar observaciones directas de cómo están distribuidas las instalaciones, con cuestionarios averiguar al personal operativo por las actividades que desarrollan, también nos apoyaremos con fotos que nos ayuden a conseguir toda la información necesaria para la elaboración de los diagramas requeridos.

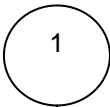
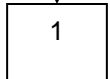
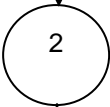
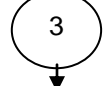
5.2.2 Fuentes secundarias. Se utilizarán textos (libros, revistas, artículos), documentos donde se busquen las pautas técnicas para desarrollar este trabajo, y los cálculos matemáticos necesarios para la distribución en planta, también se investigaran algunas páginas de Internet.

5.2.3 Técnicas de recolección de la información. En las visitas periódicas a la empresa, se observará y registrará la situación actual de la misma, esta información quedara registrada en fotos y diagramas; de acuerdo a esta averiguación se establecerá un cuestionario, donde se interrogará a los operarios acerca de las actividades que realizan y sus opiniones sobre cómo ven la ubicación de la maquinaria y el transporte de las piezas.

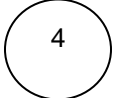
Para la información primaria utilizaremos el modelo de cuestionario, que encontraremos en el Anexo A, el cual es aplicable a los operarios de la planta.

5.2.3.1 Diseño de instrumentos para la recolección de la información:

Cuadro 2. Recolección de la información

| Diagrama De Flujo | Descripción De Actividades | Documento De Referencia |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Seleccionar y registrar la situación actual del proceso. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cursograma analítico de material. ✓ Diagrama de recorrido. ✓ Cuestionario basado técnica del interrogatorio |
|  | Examinar la información recolectada. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tabulación del cuestionario. ✓ Análisis de las actividades registradas en cada uno de los cursogramas. |
|  | Diseñar propuesta de redistribución de planta. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis de productos y cantidades. ✓ Recorrido de los productos. ✓ Relación entre actividades. ✓ Necesidades de espacio. ✓ Espacio disponible. |
|  | Mostrar posibles beneficios con la redistribución. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Comparación de recorridos distribución actual y la propuesta. |

Cuadro 2. (continuación) Recolección de la información

| Diagrama De Flujo | Descripción De Actividades | Documento De Referencia |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">↓</p> | | <p>✓ Evaluación costos de manipulación.</p> <p>✓ Estimación de la reducción de tiempos de fabricación.</p> |
|  | <p>Realizar simulación de la distribución actual y la situación propuesta.</p> | <p>✓ Simulación de la fabricación camisa gasolina Ruta A, en la distribución actual y la propuesta.</p> |

Fuente: Autores.

5.2.4 Selección de la muestra. Estudio está dirigido a los operarios del proceso de fabricación de las camisas, estos se dividen en dos: operario fundición y operarios de mecanizado.

Para la recolección de la información se utiliza la observación directa, por medio de la cual se puede analizar y registrar todos los datos concernientes a la situación actual de la empresa.

- **Población objetivo:** Operarios de la empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda., área de centrifugado.
- **Unidad muestral:** área de fundición y mecanizado de camisas para motor.
- **Elemento muestral:** para la muestra se tendrán en cuenta los 31 operarios que intervienen en el proceso de centrifugado.
- **Marco muestral:** Fundiciones Espitia y CIA Ltda., está ubicada en el kilómetro 3,5 autopista Medellín – Bogotá, zona industrial Croacia, municipio de Bello.
- **Tamaño de la muestra:** en esta etapa, utilizaremos la fórmula de cálculo para muestreo probabilístico con población finita, representada de la siguiente manera.

5.2.4.1 Cálculo del tamaño de la muestra.

Figura 2. Cálculo del tamaño de la muestra

| Matriz de Tamaños Muestrales para diversos márgenes de error y niveles de confianza, al estimar una proporción en poblaciones Finitas | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| N [tamaño del universo] | | 31 | | | | | | | | |
| p [probabilidad de ocurrencia] | | 0,25 | | | | | | | | |
| Nivel de Confianza (alfa) | | 1-alfa/2 | z (1-alfa/2) | | | | | | | |
| 90% | | 0,05 | 1,64 | | | | | | | |
| 95% | | 0,025 | 1,96 | | | | | | | |
| 97% | | 0,015 | 2,17 | | | | | | | |
| 99% | | 0,005 | 2,58 | | | | | | | |
| Fórmula empleada | | | | | | | | | | |
| $n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad \text{donde:} \quad n_0 = p^*(1-p)^* \left(\frac{Z(1-\frac{\alpha}{2})}{d} \right)^2$ | | | | | | | | | | |
| Matriz de Tamaños muestrales para un universo de 31 con una p de 0,25 | | | | | | | | | | |
| Nivel de Confianza | d [error máximo de estimación] | | | | | | | | | |
| | 10,0% | 9,0% | 8,0% | 7,0% | 6,0% | 5,0% | 4,0% | 3,0% | 2,0% | 1,0% |
| 90% | 19 | 21 | 22 | 24 | 25 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 95% | 22 | 23 | 24 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 30 | 31 |
| 97% | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 28 | 29 | 30 | 31 | 31 |
| 99% | 25 | 26 | 27 | 28 | 28 | 29 | 30 | 30 | 31 | 31 |

Fuente: notas de clase.

➤ Para hallar el tamaño de la muestra utilizamos la siguiente información:

- ✓ Tamaño de la población N = 31 operarios
- ✓ Nivel de confianza: α = 95%
- ✓ Probabilidad de ocurrencia: P = 0.25
- ✓ Error de estimación: d = 5%

Después de aplicar la fórmula de muestreo probabilístico población finita menor a 10.000 personas, obtenemos que los cuestionarios se aplicaran a 28 operarios, teniendo un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% y una probabilidad de ocurrencia de 0.25.

6. DESARROLLO DEL TRABAJO

6.1 SELECCIÓN DEL TRABAJO

La selección del trabajo busca enfocar la atención del analista en un problema particular que se esté presentando en una área o sección de la empresa, es por ello que se examina el entorno, las operaciones y los productos que se fabrican, y cuáles son las operaciones necesarias para la transformación de cada uno de ellos, por ende cual es el beneficio económico que se obtiene de los mismos. Según la información recopilada en el libro de Introducción al Estudio de Trabajo, de la OIT, se plantea que para este tipo de trabajo es necesario tener en cuenta tres factores importantes, los cuales son: consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos, las consideraciones técnicas y humanas.

Con este enfoque, analizaremos la situación actual de la planta de producción, allí se cuenta hoy en día con las siguientes áreas: Fabricación de camisas para motores de combustión interna, Reconstrucción de piezas por medio de soldaduras especiales y Fundición de materiales no ferrosos, entre las tres escogeremos el área que más unidades produce al año, para observar como es el comportamiento de algunas variables como son: operaciones repetitivas, mano de obra, duración de las actividades, movimientos de materiales y distancias recorridos por los mismos y así establecer si estas operaciones que no agregan valor son representativas o depreciables de acuerdo a los beneficios económicos que se obtiene de las mismas, por ello reseñaremos la información correspondiente a las unidades fabricadas el año pasado.

Cuadro 3. Producción anual de cada área

| AÑO 2012 | Fabricación Camisas | Reconstrucción Soldadura | Fundición No Ferrosos |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Enero | 11240 | 49 | 87 |
| Febrero | 10906 | 0 | 92 |
| Marzo | 10415 | 9 | 99 |
| Abril | 6992 | 0 | 133 |
| Mayo | 10037 | 0 | 62 |
| Junio | 9892 | 94 | 31 |
| Julio | 10153 | 48 | 34 |
| Agosto | 6297 | 0 | 143 |
| Septiembre | 7234 | 0 | 152 |

Cuadro 3. (continuación) Producción anual de cada área

| AÑO 2012 | Fabricación Camisas | Reconstrucción Soldadura | Fundición No Ferrosos |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Octubre | 11165 | 94 | 79 |
| Noviembre | 7863 | 48 | 92 |
| Diciembre | 9274 | 0 | 50 |
| TOTALES | 111468 | 342 | 1054 |

Fuente: Cuadros de producción de la empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda.

Total de unidades fabricadas en la planta = **112.864** unidades.

Cuadro 4. Porcentaje de participación de cada área

| Área | Unidades | Porcentaje |
|-------------|-----------------|-------------------|
| Camisas | 111468 | 98,76 |
| Soldadura | 342 | 0,30 |
| No ferrosos | 1054 | 0,93 |

Fuente: Autores.

Del cuadro anterior podemos deducir que el proceso que más unidades produce durante el año es la fabricación de camisas, esta información nos lleva a cuestionarnos si para los inconvenientes que allí encontramos es preciso ¿empezar el estudio? y si con los resultados obtenidos ¿Se compensará el estudio?, es por ello que ilustraremos como es la distribución de la maquinaria actualmente y consigo conoceremos la cantidad de operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que sufre la materia prima durante la transformación del material.

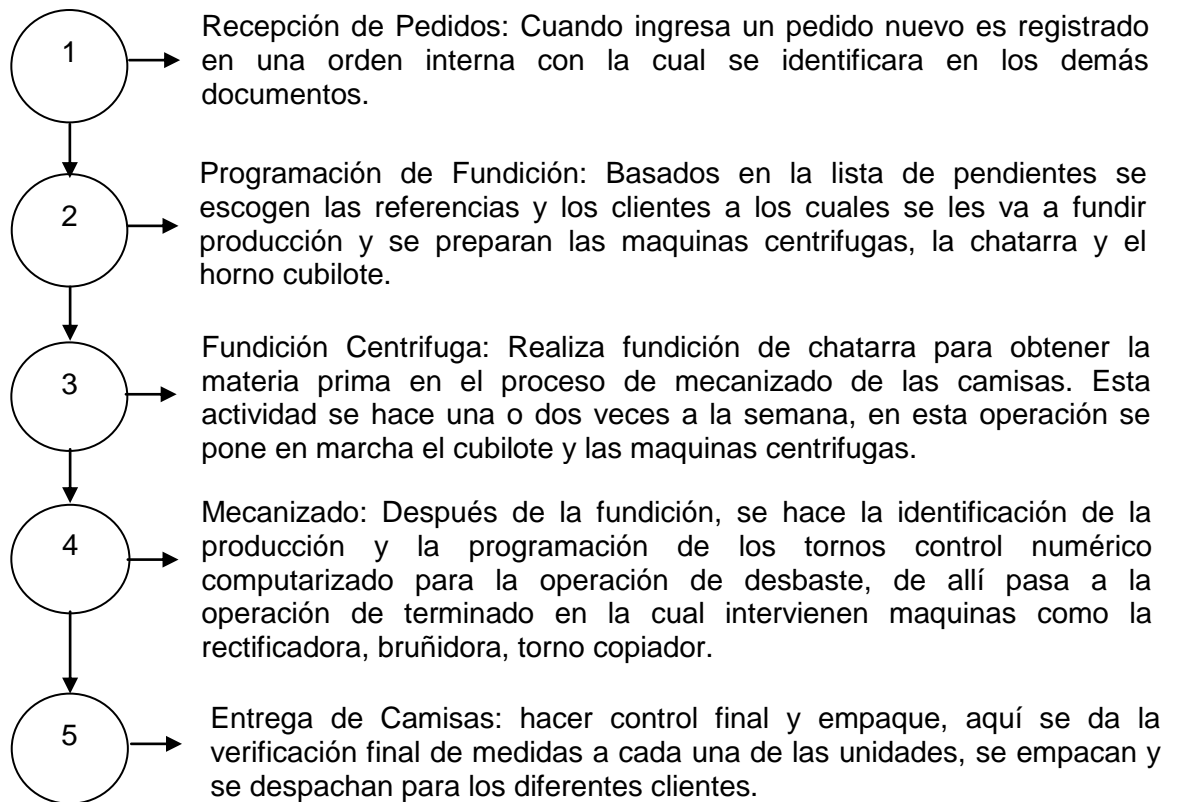
6.2 PROCESO DE FABRICACIÓN

Fabricamos camisas para motores estacionarios y de combustión interna Diesel y Gasolina, esta producción se maneja en diámetros desde 1 ½ pulgadas hasta 6 pulgadas y con longitudes desde 4 pulgadas hasta 12 ¾ pulgadas.

El sistema de producción de la empresa es bajo pedido, por tal motivo no se cuenta con grandes inventarios de material terminado; la decisión de hacer una

fundición se toma de acuerdo a la cantidad de camisas pedidas por los clientes, para ello se realizan dos grandes procesos Fundición Centrifuga y Mecanizado, este último proceso es el que entraremos a intervenir.

Figura 3. Operaciones generales para la fabricación de camisas



En la operación 1 se hace la recepción del pedido del cliente, internamente se escribe en un documento “orden interna”, es el numero que identificara el requerimiento del cliente y con el cual se le hará la trazabilidad durante la fabricación, este formato únicamente puede ser realizado en la planta de Caribe, allí es donde se hace la aceptación de dicha información y se envía a la planta de Bello, a través de correos electrónicos o llamadas telefónicas, las cuales son recibidas por el supervisor.

Después de recibir las ordenes internas estas son llevadas al formato de “Pedidos” y con base en este documento se hace la programación de la fundición, la cual consiste en mirar que referencias hay solicitadas y sus respectivas cantidades, para ir armando el documento “Programación de la Fundición” que será entregado

a los operarios para la preparación de los moldes y para hacer la respectiva adecuación de la maquinas centrifugas para el día de la fundición; de forma alterna hay operarios haciendo varias operaciones como son: quebrar chatarra, preparar o reparar el horno cubilote, la piquera, la olla y los cocos repartidores, cortar varilla y preparar desmoldante, estas son todas actividades necesarias para la fundición, si alguna de ellas no esta lista 1 día antes de la fundición esta no se podrá realizar y por lo tanto se deberá aplazar.

En la tercera operación mencionamos la fundición centrifuga, esta se da 1 o 2 veces por semana según la cantidad de unidades pedidas, consiste en materializar la programación que con antelación se ha realizado, este día los operarios inician sus labores a las 06:00am y finalizan aproximadamente a la 05:00pm, durante estas 11 horas, ellos maniobran las maquinas centrifugas, en ellas es donde se acoplan los moldes y se sacan las referencias que se han programado, el horno cubilote trabaja desde la 01:00am, cuando se enciende a pre-calentar, para que a las 05:30am, se empieza alimentar con chatarra y aleaciones, lo que nos proporciona el material liquido para vaciar los moldes que están en cada una de las maquinas, esta actividad es rápida y en promedio por cada máquina, se pueden sacar entre 150 y 180 unidades, dependiendo del peso que cada una tenga, a media que se hace una camisa esta se va almacenando en el patio para que se enfríen, al finalizar la jornada laboral cada operario registra la producción que obtuvo en el formato "Control de Fundición", en el cual queda reseñado unidades producidas por maquina, por referencia y quien las fundió.

En horas de la tarde o al siguiente día de la fundición, con la información de la planilla de control de fundición y el listado de pedidos, se registra el formato de "programación de mecanizado", es una plantilla de Excel donde se hace la división de cada una de las maquinas que se programo; con este listado el supervisor mira cuales son las prioridades o las referencias que se van a ingresar primero al proceso de desbaste y con este criterio hace búsqueda de los planos e imprime las tarjetas de identificación donde se encontrara, el numero de fundición, el numero de la maquina, la referencia y la cantidad a mecanizar, estas son colocadas a las camisas que ya están frías y almacenadas en el patio (1 por cada grupo). A cada uno de los operarios de torno CNC, se le hace entrega de los planos y ellos deben mecanizar la producción en dicho orden o según las indicaciones que se le proporcionen, luego de la operación de desbaste las camisas pasan a la operación de terminado (rectificado, bruñido o copiado, según la aleación) donde el supervisor entrega planos y da indicaciones, de ultimo las camisas pasan por control final (operación 5), allí el operario verifica las medidas de la camisa contra el plano, inspecciona defectos superficiales (poros) y empaca, para ello el supervisor indica cual es el orden que va a revisar las referencias que salieron de terminado, según como se programaron las entregas; cuando se tiene el pedido completo o la entrega parcial según lo pactado con el cliente, las

unidades son remisionadas y luego despachadas para la planta de Caribe, donde hacen el proceso de facturación y envío al cliente.

Estos pasos se hacen con cada pedido y como trazabilidad de fabricación del mismo se tienen diferentes documentos, donde se conoce quien fundió la referencia, que operario la desbasta, le hizo el terminado, el control final, quien la empaco, las fechas de ingreso a producción y salida de control final, con esta información se puede devolver en el tiempo para atender algún tipo de inconformidad.

6.2.1 Fabricación camisa gasolina y diesel. Camisa con aleación Gasolina y la camisa con aleación diesel, se diferencian en la composición química que debe tener la colada, la dureza del material y las especificaciones del motor a la cual van a ser ensambladas en (Instituto Técnico de Normas Colombianas, 2007, p.2) se da una definición técnica de cada una la cual anexaremos a continuación:

➤ **Camisa Gasolina (semiterminada):** Aquella que ha sido maquinada parcialmente y cuyas dimensiones son tales que permiten el maquinado posterior para tener las dimensiones requeridas para ponerla en servicio.

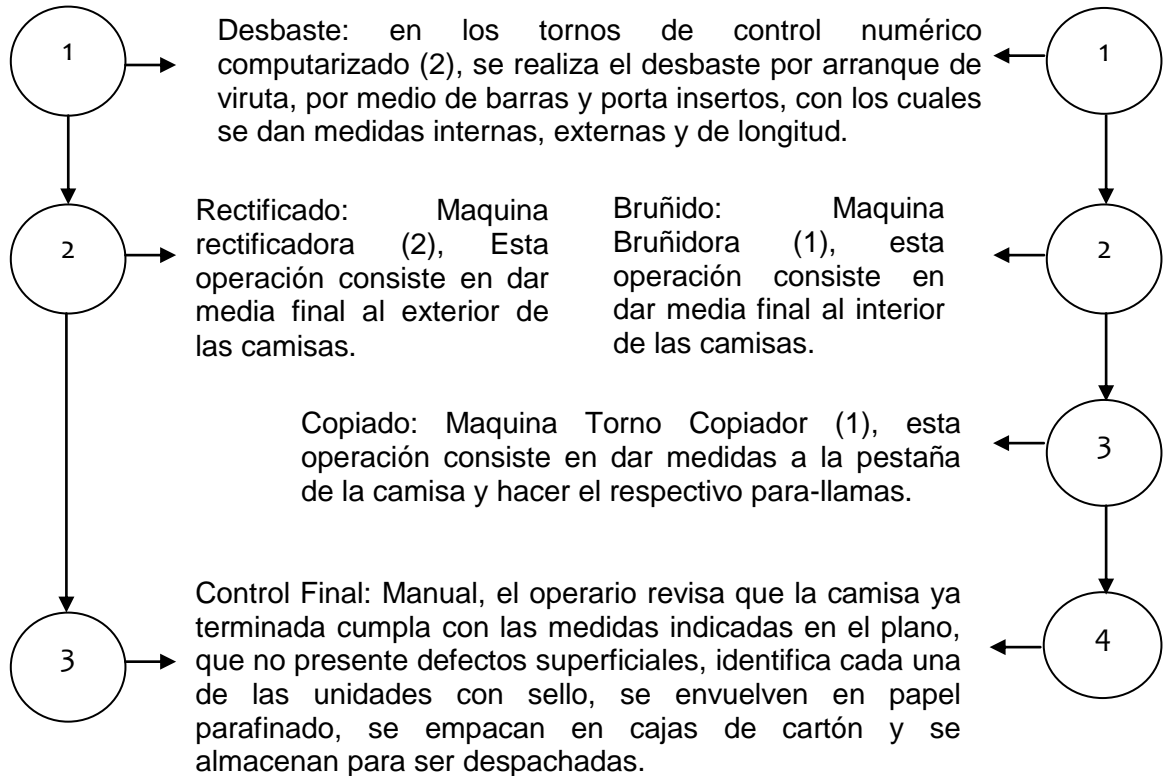
➤ **Camisa Diesel (Terminada):** aquellas cuyas dimensiones y terminado de su superficie son tales que están en condiciones de ser ensamblada y puesta en servicio sin ninguna modificación adicional. Todas estas camisas son exclusivamente para bloques de motor que vienen encamisados de fábrica.

Ahora miraremos detalladamente las operaciones de mecanizado y entrega de camisas, está con referencia a los dos tipos de camisas que se fabrican:

Figura 4. Operaciones para la fabricación de camisas gasolina y diesel

A. CAMISA GASOLINA

B. CAMISA DIESEL



6.2.2.1 Camisa Gasolina. Para la transformación de una camisa gasolina en un producto terminado debe pasar por tres centros de trabajo, en los cuales se le realiza alguna operación que le va dando las medidas requeridas por el cliente, entre cada uno de los procesos existen grandes espacios, largos recorridos, debido a que las maquinas no están ubicadas u organizadas según la secuencia lógica que proporciona el proceso.

1. Desbaste: para esta operación se tienen Dos Tornos de Control Numérico Computarizado, a los cuales se les suministra las camisas en bruto (tal y como salen de la fundición), y esta máquina con la herramienta adecuada, quita o arranca el material y le da a la camisa las medidas requeridas por el plano, en este caso el interior y la longitud salen con las medidas del plano de terminado y el exterior queda con las medias aproximadas.

Este centro de trabajo está ubicado en el primer piso y el área cercana a la cada máquina cuenta con:

- a. Un recipiente con líquido refrigerante, donde se moja la camisa y luego se deja escurrir, esto con el objetivo de la producción no se vaya a oxidar.
- b. Una mesa: donde se coloca la camisa para ser medida y en esta misma se guardan los instrumentos de medición y demás herramientas necesarias.
- c. Una caneca, donde deposita partes que sobran de las camisas en bruto como son los despuntes y los culotes.
- d. Estiba con el material en bruto.
- e. Estiba con el material desbastado.

Para una mejor identificación se pueden observar las áreas de trabajo de cada máquina en los anexos B y C, respectivamente.

2. Rectificado: Para esta operación se tienen dos maquinas Rectificadoras, a las cuales se les suministra las camisas que salen del proceso de desbaste, esta maquinas tienen dos piedras abrasivas que son las encargadas de dar el terminado exterior a las camisas, es decir dar la medida y la rugosidad solicitada por el cliente.

El centro de trabajo está ubicado en el segundo piso y el área cercana de la maquina cuenta con:

- a. Estibas para colocar las camisas que suben de la pieza de desbaste.
- b. Una mesa grande donde ubica las camisas antes, durante y después de la operación de rectificado.
- c. Estibas para colocar las camisas que ya salieron del proceso y quedaron terminadas.

Los elementos de cada una de las maquinas se describen en los anexos D y E.

3. Control final: este paso consiste en verificar que las unidades que ya están terminadas cumplan con las medidas solicitadas en el plano, que la superficie sea completamente lisa y que no tenga ningún poro tanto interna como externamente, todo esto con el fin de garantizar que la producción esta buena y en condiciones

para ser entregada al cliente, luego de esta inspección, el supervisor indica cuales unidades llevan sello (marca), después son bañadas o pasadas por una mezcla de líquidos que permiten que la camisa quede un poco grasosa y no se oxide, de aquí pasamos a la parte de empaque.

✓ Control final:

- a. Estiba donde se ubican las camisas que ya están terminadas.
- b. Una mesa grande para ubicar las camisas y hacer el proceso de verificación.
- c. Una platina con depósito donde se pueda recoger el líquido que escurre cada una de las unidades.
- d. Canastas para transportar las camisas a la oficina.

En el anexo F, encontraremos la ilustración de esta área de trabajo.

En el empaque se hace dos diferenciaciones, hay un cliente al cual se le despachan las unidades sin sello y sin envolver ya que funciona como una maquila por lo tanto la producción que se le envía a él es mucho más sencilla de empacar y por estar ubicado en la ciudad, se le hacen despachos diarios y con cantidades completas o parciales según como se haya programado desde la fundición. El empaque para el resto del clientes nacionales e internacionales se hace envolviendo la camisa en papel parafinado para que conserve las propiedades del liquido antioxidante, las unidades se identifican con un adhesivo donde se da a conocer la referencia y el numero de lote, luego son empacadas en cajas y se almacenan hasta completar el despacho.

La parte de control final se hace en el segundo piso, sobre una plataforma adicional que le colocaron a la plancha y el área de empaque y almacenaje de producto terminado está ubicado en el mismo nivel en el interior de la oficina, para este caso es necesario contar con los siguientes elementos:

✓ Empaque:

- a. Cartones donde ubicar las camisas y/o canastas que ingresan.
- b. Una Mesa donde es ubicado el rollo de papel parafinado y se hace el proceso de envolver y empacar.
- c. Estiba para almacenar las cajas hasta el día de despacho.

En el anexo G, se mostrara el área de trabajo correspondiente al empaque.

6.2.2.2. Camisa Diesel. Para la transformación de una camisa Diesel en un producto terminado debe pasar por cuatro centros de trabajo, estos presentan las mismas condiciones de ubicación que la maquinaria utilizada en la camisa gasolina.

1. Desbaste: para esta operación solo se utiliza un Torno de Control Numérico Computarizado, se le suministran las camisas en bruto (tal y como salen de la fundición), y esta máquina con la herramienta adecuada, quita o arranca el material y le da a la camisa las medidas requeridas por el plano, en este caso el interior, la longitud salen con las medidas semi-terminadas y exterior queda con las medidas y terminados requeridos por el plano.

Al igual que el proceso de la camisa gasolina dispone de las mismas herramientas en la zona cercana de la máquina lo que si cambia es la ubicación del recipiente del líquido refrigerante, ya se utiliza es ACPM, lo demás se maneja igual hasta la forma de abastecimiento.

2. Bruñido: En esta operación se utiliza la máquina Bruñidora, en ella se hace el proceso de terminado interior de la camisa diesel, se hace por medio de piedras abrasivas, con las cuales se da la media y la rugosidad necesaria de la camisa, esta máquina requiere la estiba donde colocar las camisas que ya van a ser procesadas y la estiba para colocar las camisas que están listas.

En el anexo H, encontraremos el área de trabajo para la operación de bruñido.

3. Copiado: El copiado consiste en dar la longitud total de la camisa y hacer el parallamas de la pestaña o ranurar, todo esto se hace según lo indicado en el plano, después de que se han bruñado las camisas se hace esta operación en la cual el operario no requiere espacios adicionales al que ocupan él y la máquina.

Las camisas están en la estiba, coge una unidad la ubica en el torno, hace las operaciones requeridas y luego la coloca nuevamente en la estiba, para que pasen al proceso de control final.

El área de trabajo para la operación de copiado, se ilustrara en el anexo I.

4. Control Final: Cumple el mismo objetivo de inspección que se da en las camisas gasolina, pero en este caso el 90% de lo que se fabrica es para maquila, por ello no se les coloca el sello, no se envuelven en papel parafinado ni se les coloca adhesivo; después del líquido antioxidante se empaquetan directamente en cajas, para luego ser despachadas al cliente.

La zona de control final requiere los mismos espacios adicionales para la camisa gasolina y en la zona de empaque solo es necesario contar con la mesa y las estibas para su almacenaje hasta la hora de despacho.

6.3 REGISTRO DEL METODO ACTUAL

En las visitas periódicas realizadas a la empresa se levanto el registro de la información actual de la fabricación de las camisas, para una mejor ilustración se utilizo el cursograma analítico de proceso, en el cual indicaremos el recorrido que hace el material y se dividió así:

- Cuadro 5. Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta A
- Cuadro 7. Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta B
- Cuadro 9. Cursograma analítico de material camisa diesel

Cada uno detalla la cantidad de operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que se presentan, al igual que el total de los metros recorridos, tiempo empleado y costo de dicha manipulación.

Para una mejor comprensión de la información se utilizaron los diagramas de recorrido donde se indican cada una de las actividades y se identifican según el título del cursograma, cada uno representa así:

- Figura 5. Recorrido de material camisa gasolina ruta A
- Figura 7. Recorrido de material camisa gasolina ruta B
- Figura 8. Recorrido de material camisa diesel

A continuación presentaremos cada uno de los cursograma analíticos de material y estará acompañado del correspondiente diagrama de recorrido de material.

Cuadro 5. Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta A

| CURSOGRAMA ANALITICO – OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|------------------|----------------|----------|-----------|----------|----------|----------|--------------------------------|
| Nº DE HOJAS: 4 | | ACTIVIDAD | | | ACTUAL | PROPUESTA | ECONOMIA | | | |
| FECHA: 15/03/2012 | | OPERACIÓN ○ | | | 12 | | | | | |
| METODO: Actual | | TRANSPORTE → | | | 20 | | | | | |
| PROCESO: Recorrido de un lote de producción desde el patio, hasta el despacho. | | ESPERA D | | | 8 | | | | | |
| | | INSPECCIÓN □ | | | 3 | | | | | |
| EMPIEZA: Abastecer el proceso de desbaste, en el torno CNC. | | ALMACENAMIENTO ▽ | | | 2 | | | | | |
| | | DISTANCIA (m) | | | 97,92 | | | | | |
| TERMINA: Empaque y despacho. | | TIEMPO (Hora/Hombre) | | | 0,73 | | | | | |
| MÁQUINAS: T.CNC-3, Rectificadora R-1, Manual. | | COSTO MANIPULACION | | | 2563 | | | | | |
| ANALISTA: Johanna P. García Salazar / Edier Ramírez | | | | | | | | | | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER EL TORNO CNC-3 PRIMER PISO (lote 150 unidades) | | | | | | | | | | |
| Nº | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | → | D | □ | ▽ | |
| 1 | En el patio de fundicion. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| 2 | Puestas en la carreta | 50 x 3 = 150 | 0,5 | 0,5 | | | | | | Repite esta actividad 3 veces. |
| 3 | Transportadas hasta el torno CNC-3 | 50 x 3 = 150 | 18 | 1 | | | | | | |
| 4 | Sacadas de la carreta. | 50 x 3 = 150 | 0,5 | 0,75 | | | | | | |
| 5 | Acomodadas en la estiba del torno. | 50 x 3 = 150 | 0,5 | 0,75 | | | | | | |
| 6 | Esperar a ser procesadas por el torno CNC-3. | 50 x 3 = 150 | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | 150 | 19,5 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | |

Cuadro 5. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta A

| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE DESBASTE TORNO CNC-3 PRIMER PISO | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | |
| 7 | Llevada a la maquina. | 1 cada vez. | 2 | 0,2 | | | | | | Repiten las operaciones N° 7 a la N° 11, según la cantidad de camisas que contiene el lote. |
| 8 | Desbastada por la maquina. | 1 cada vez. | 0 | 2,3 | | | | | | |
| 9 | Bañada con refrigerante. | 1 cada vez. | 2 | 0,17 | | | | | | |
| 10 | Inspeccionado estado de las medidas (interior, exterior y longitud). | 1 cada vez. | 0,5 | 1 | | | | | | |
| 11 | Transportada de la mesa a la estiba. | 1 cada vez. | 3 | 0,25 | | | | | | |
| 12 | Esperar a que sean llevadas al segundo piso. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 7,5 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER LA RECTIFICADORA R-1 PRIMER Y SEGUNDO PISO (lote 150 unidades) | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | |
| 13 | Puestas en la canasta. (primer piso). | 5 x 30 = 150 | 0,5 | 1,5 | | | | | | Estas operaciones se repiten 3 veces. |
| 14 | Trasladadas a la zona de rectificado. (segundo piso). | 5 x 30 = 150 | 16,2 | 5 | | | | | | |
| 15 | Acomodadas sobre la estiba. | 5 x 30 = 150 | 0,5 | 3 | | | | | | |
| 16 | Esperar a ser procesadas en la maquina rectificadora R-1. | 150 | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | 150 | 17,2 | 9,5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | |

Cuadro 5. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta A

| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE RECTIFICADO R-1 SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | |
| 17 | Trasladarlas de la estiba a la mesa de la maquina. | 1 cada vez. | 2,4 | 1,5 | | | | | | Manual. |
| 18 | Rectificada por la maquina. | 1 cada vez. | 0,6 | 1,25 | | | | | | Repite estas 3 actividades, según la cantidad de camisas que tiene el lote. |
| 19 | Verificada la media del diámetro exterior. | 1 cada vez. | 0,6 | 0,25 | | | | | | |
| 20 | Puestas sobre la mesa de rectificado. | 1 cada vez. | 0,6 | 0,5 | | | | | | |
| 21 | Transportadas de la mesa a la estiba. | 1 cada vez. | 2,4 | 1,5 | | | | | | Se trasladan hasta 8 unidades. |
| 22 | Esperar a ser revisadas en control final. | Lote | 0 | 0 | | | | | | Almacenas para control final. |
| RESUMEN | | | 6,6 | 5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE CONTROL FINAL SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | |
| 23 | Levantarla de la estiba. | 1 cada vez. | 1,1 | 0,25 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 24 | Limpiarla con un trapo seco. | 1 cada vez. | 0 | 1 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 25 | Ponerla sobre la mesa de control final. | 1 cada vez. | 2,4 | 0,25 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 26 | Inspeccionado estado de las medidas finales. | 1 cada vez. | 0,5 | 3 | | | | | | A todo el lote, una por una. |
| 27 | Marcadas con el sello. | 1 cada vez. | 0 | 0,5 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 28 | Bañadas con liquido antioxidante. | 1 cada vez. | 1,1 | 0,2 | | | | | | Todo el lote, una por una. |
| 29 | Puestas sobre la platina. | 1 cada vez. | 0,5 | 1 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 30 | Esperar a que escurran. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 5,6 | 6,2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | |

Cuadro 5. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta A

| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER LA OPERACIÓN DE EMPAQUE SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ➡ | D | □ | ▽ | |
| 31 | Puestas en la canasta. | 5 x 30 = 150 | 0,9 | 1,5 | | | | | | Repite la operación N° 31 a la N° 33, 5 veces. |
| 32 | Trasladadas a la oficina. | 5 x 30 = 150 | 11,5 | 2 | | | | | | |
| 33 | Acomodadas sobre la estiba. | 5 x 30 = 150 | 0,5 | 1 | | | | | | |
| 34 | Esperar a ser empacadas. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 12,9 | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE EMPAQUE SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ➡ | D | □ | ▽ | |
| 35 | Envueltas en papel parafinado. | 1 cada vez. | 1 | 1,25 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 36 | Ubicada a un lado de la mesa. | 1 cada vez. | 0,66 | 0,35 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 37 | Esperando a que hagan los adhesivos. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| 38 | Identificada con el adhesivo. | 1 cada vez. | 0,5 | 1 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 39 | Arrumadas sobre la mesa. | 1 cada vez. | 0,66 | 0,35 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 40 | Esperando a ser empacadas en cajas de carton. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| 41 | Empacadas en cajas e identificadas. | - | 0,5 | 2 | | | | | | Según el pedido. |
| 42 | Trasportadas a la zona de almacenamiento. | Caja | 2,6 | 2 | | | | | | En la misma oficina. |
| 43 | Almacenadas hasta el momento del despacho. | Caja | 0 | 0 | | | | | | Entregas parciales y/o completas. |
| 44 | Cogidas para ser llevadas al carro. | Caja | 1,5 | 1 | | | | | | Están en el segundo piso. |
| 45 | Trasladadas al Carro que las transporta. | Caja | 21,2 | 4 | | | | | | Trasladar al primer piso. |
| RESUMEN | | | 28,62 | 11,95 | 3 | 5 | 2 | 0 | 1 | |

Fuente: Autores

Figura 5. Recorrido de material camisa gasolina ruta A

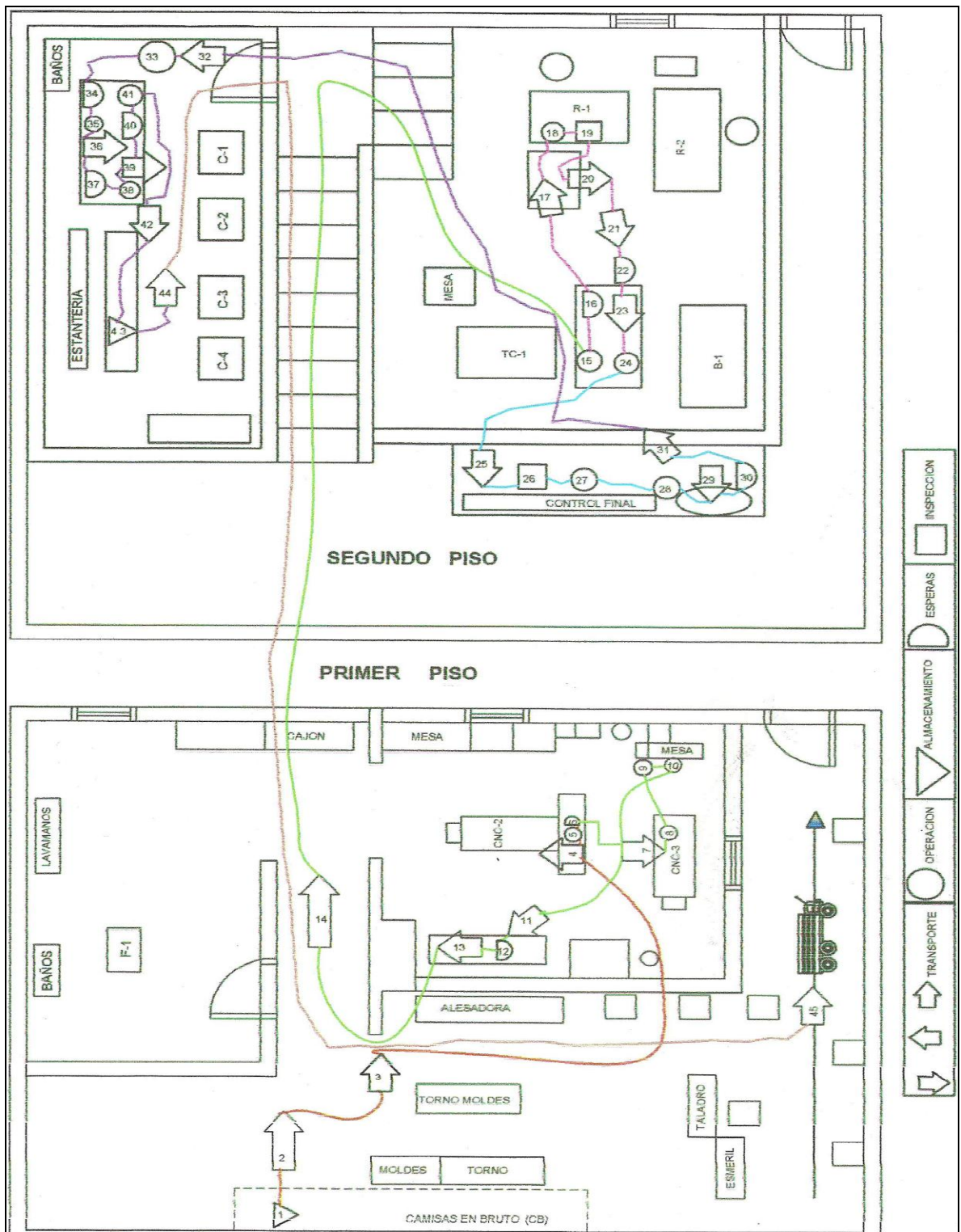
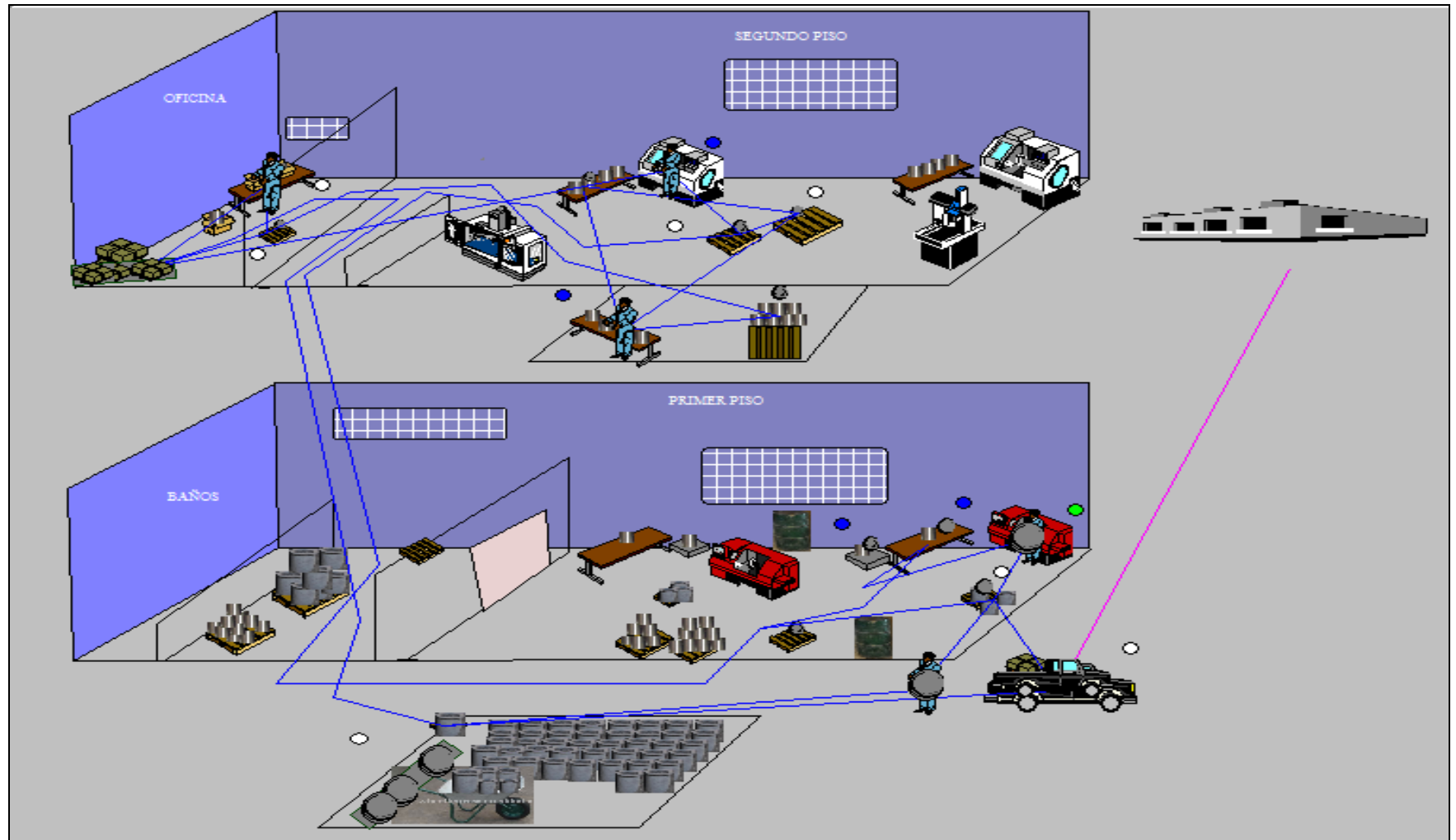
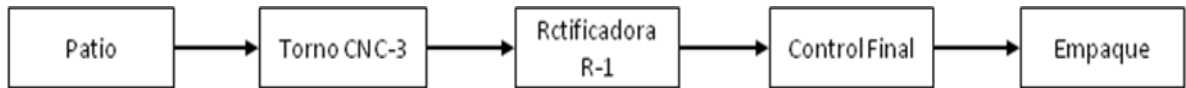


Figura 6. Layout Distribución Actual



En este cursograma, se registro el recorrido del material con la siguiente ruta:



a. Abastecer el torno CNC-3: son registradas las actividades N° 1 a la N°6, consiste en pasar del patio a esta máquina las camisas en bruto, el supervisor programa las referencias que se van hacer y deja los planos, con esta información el celador en horas de la noche pasa o transporta las camisas desde el patio de la fundición hasta una estiba cerca de la maquina.

La producción es pasada por lotes o por maquinas según la cantidad de camisas que indique la tarjeta de identificación, en este caso si el lote es de 150 unidades el deberá ir al patio a surtir la carreta con camisas 3 veces (cada viaje de 50 unidades).

Resumen: 1 operación, 3 transportes, 1 demora y 1 almacenamiento. Los recorridos son de 19,5 metros.

b. Recorrido del material en la operación de desbaste torno CNC-3: Actividades N°7 a la N°12, este es el movimiento de la camisa durante el desbaste, son esenciales para la operación y se repiten con cada una de las unidades que componen el lote; las estibas para almacenamiento están algo retiradas del operario lo que incrementa los metros recorridos.

Resumen: 2 operaciones, 2 transportes, 1 almacenamiento y 1 demora. Los dos recorridos equivalen a 7,5 metros por unidad.

c. Recorrido del material para abastecer la rectificadora R-1: Actividades N°13 a la N°16, es uno de los mayores recorridos que hace el material ya que es llevado del primer al segundo piso. El celador en las noches sube todos los lotes que encuentre desbastados, estos lotes son pasados en canastas y en promedio pasa 30 unidades en un solo viaje, si el objetivo es subir 150 unidades, debe hacer 5 viajes.

Resumen: 1 operación, 2 transportes y 1 demora. Estos recorridos son de 17,20 metros por viaje.

d. Recorrido del material en la operación de rectificado R-1: Actividades N° 17 a la N°22, la operación inicia cuando el operario sube las camisas a la mesa de la maquina y de allí va abasteciendo la maquina rectificadora para dar la media al diámetro exterior de las camisas, luego vuelve a colocar las camisas en la estiba de donde las cogió, este transporte se hace manual.

Resumen: 1 operación, 3 transportes, 1 demora y 1 inspección, estos recorridos son de 6,6 metros por viaje.

e. Recorrido del material en la operación de control final: actividades N°23 a la N°30, el operario coge las camisas de la estiba, las lleva a la mesa de control final, allí realiza la inspección de medidas, pone el sello, baña las camisas en líquido antioxidante y las deja escurrir, esta operación es manual.

Resumen: 3 operaciones, 3 transportes, 1 demora y 1 inspección, estos recorridos son de 5,6 metros por viaje.

f. Recorrido del material para abastecer la operación de empaque: actividades N°31 a la N°34, las camisas son llevadas a la oficina (en canastas) para hacer su respectivo empaque, en un viaje se llevan aproximadamente 30 unidades, esta operación es manual.

Resumen: 1 operación, 2 transportes y 1 demora, estos transportes son de 12,9 metros.

g. Recorrido del material en la operación de empaque: actividades N°35 a la N°45, las camisas se encuentran en la oficina allí se hace el empaque que consiste en envolver las unidades en papel parafinado, colocar adhesivo de identificación y empacar en cajas de cartón, las cuales son zunchadas y almacenadas hasta el momento del despacho, luego las vuelven a mover cuando se van a enviar a la planta de Caribe, esta operación es manual.

Resumen: 3 operaciones, 5 transportes, 2 demoras y 1 almacenamiento, Estos recorridos son de 28,62 metros por caja.

Como total de todas estas actividades se identifican: 12 operaciones, 20 transportes, 8 esperas, 3 inspecciones, 2 almacenamientos y una distancia total recorrida de 97,92 metros, el tiempo que esta la camisa en proceso es de 0,73 horas y el costo de manipulación es de \$2563.

Cuadro 6. Resumen de actividades camisa gasolina ruta A.

| ACTIVIDAD | ACTUAL |
|----------------------|--------|
| OPERACIÓN ○ | 12 |
| TRANSPORTE → | 20 |
| ESPERA D | 8 |
| INSPECCIÓN □ | 3 |
| ALMACENAMIENTO ▽ | 2 |
| DISTANCIA (m) | 97,92 |
| TIEMPO (Hora/Hombre) | 0,73 |
| COSTO MANIPULACION | 2563 |

Fuente: Autores.

Cuadro 7. Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta B

| CURSOGRAMA ANALITICO –OPERARIO/ MATERIAL / EQUIPO | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|------------------|----------------|----------|-----------|----------|----------|----------|--------------------------------|
| Nº DE HOJAS: 4 | | ACTIVIDAD | | | ACTUAL | PROPUESTA | ECONOMIA | | | |
| FECHA: 16/03/2012 | | OPERACIÓN ○ | | | 9 | | | | | |
| METODO: Actual | | TRANSPORTE → | | | 19 | | | | | |
| PROCESO: Recorrido de un lote de producción desde el patio, hasta el despacho. | | ESPERA D | | | 6 | | | | | |
| | | INSPECCIÓN □ | | | 3 | | | | | |
| EMPIEZA: Abastecer el proceso de desbaste, en el torno CNC. | | ALMACENAMIENTO ▽ | | | 2 | | | | | |
| | | DISTANCIA (m) | | | 104,2 | | | | | |
| TERMINA: Empaque y despacho. | | TIEMPO (Hora/Hombre) | | | 0,71 | | | | | |
| MÁQUINAS: T.CNC-2, Rectificadora R-2, Manual. | | COSTO MANIPULACION | | | 2473 | | | | | |
| ANALISTA: Johanna P. García Salazar / Edier Ramírez | | | | | | | | | | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER EL TORNO CNC-2 PRIMER PISO (lote 150 unidades) | | | | | | | | | | |
| Nº | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | → | D | □ | ▽ | |
| 1 | En el patio de fundicion. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| 2 | Puestas en la carreta | 50 x 3 = 150 | 0,5 | 0,5 | | | | | | Repite esta actividad 3 veces. |
| 3 | Transportadas hasta el torno CNC-2 | 50 x 3 = 150 | 16,8 | 0,8 | | | | | | |
| 4 | Sacadas de la carreta. | 50 x 3 = 150 | 0,5 | 0,75 | | | | | | |
| 5 | Acomodadas en la estiba del torno. | 50 x 3 = 150 | 0,5 | 0,75 | | | | | | |
| 6 | Esperar a ser procesadas por el torno CNC-2. | 50 x 3 = 150 | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | 150 | 18,3 | 2,8 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | |

Cuadro 7. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta B

| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE DESBASTE TORNO CNC-2 PRIMER PISO | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | ⊔ | □ | ▽ | |
| 7 | Llevada a la estiba junto a la maquina. | 1 cada vez. | 4,5 | 0,5 | | | | | | Repiten las operaciones N° 8 a la N° 12, según la cantidad de camisas que contiene el lote. |
| 8 | Llevada a la maquina | 1 cada vez. | 1,2 | 0,2 | | | | | | |
| 9 | Desbastada por la maquina. | 1 cada vez. | 0 | 2 | | | | | | |
| 10 | Bañada con refrigerante. | 1 cada vez. | 2,2 | 0,23 | | | | | | |
| 11 | Inspeccionado estado de las medidas (interior, exterior y longitud). | 1 cada vez. | 1,6 | 1,2 | | | | | | |
| 12 | Transportada de la mesa a la estiba. | 1 cada vez. | 3 | 0,25 | | | | | | |
| 13 | Esperar a que sean llevadas al segundo piso. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 12,5 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER LA RECTIFICADORA R-2 PRIMER Y SEGUNDO PISO (lote 150 unidades) | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | ⊔ | □ | ▽ | |
| 14 | Puestas en la canasta (primer piso). | 5 x 30 = 150 | 0,5 | 1,5 | | | | | | Estas operaciones se repiten 3 veces. |
| 15 | Trasladadas a la zona de rectificado (segundo piso). | 5 x 30 = 150 | 20,7 | 6 | | | | | | |
| 16 | Acomodadas sobre la estiba. | 5 x 30 = 150 | 0,5 | 3 | | | | | | |
| 17 | Esperar a ser procesadas en la maquina rectificadora R-2. | 150 | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | 150 | 21,7 | 10,5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | |

Cuadro 7. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta B

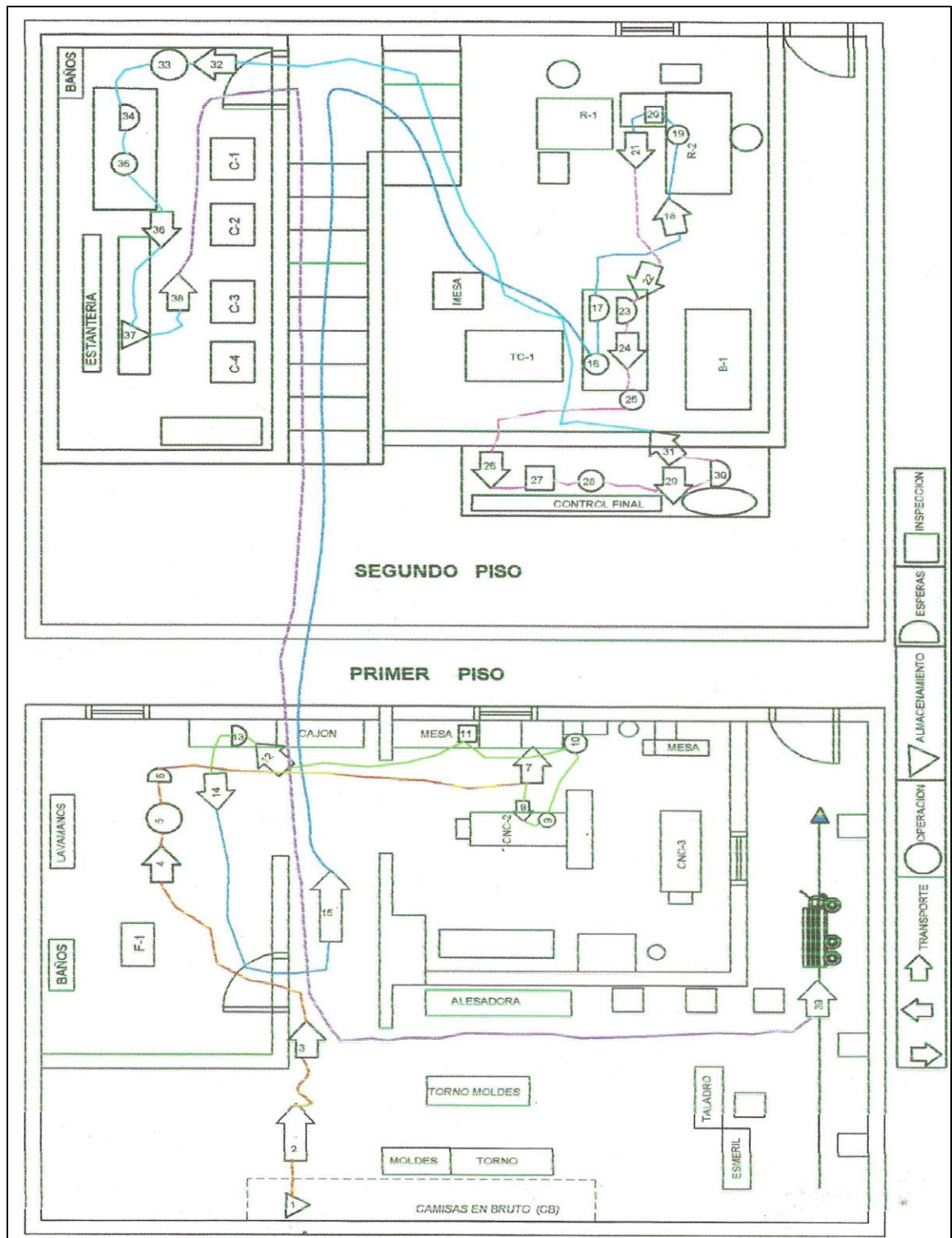
| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE RECTIFICADO R-2 SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | ◩ | ◻ | ▽ | |
| 18 | Trasladarlas de la estiba a la mesa de la maquina. | 1 cada vez. | 2,9 | 1,7 | | | | | | Manual. |
| 19 | Rectificada por la maquina. | 1 cada vez. | 0,4 | 1,5 | | | | | | Repite estas 3 actividades, según la cantidad de camisas que tiene el lote. |
| 20 | Verificada la media del diámetro exterior. | 1 cada vez. | 0,6 | 0,25 | | | | | | |
| 21 | Puestas sobre la mesa de rectificad. | 1 cada vez. | 0,6 | 0,5 | | | | | | |
| 22 | Transportadas de la mesa a la estiba. | 1 cada vez. | 2,9 | 1,7 | | | | | | Se trasladan hasta 8 unidades. |
| 23 | Esperar a ser revisadas en control final. | Lote | 0 | 0 | | | | | | Almacenas para control final. |
| RESUMEN | | | 7,4 | 5,65 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE CONTROL FINAL SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | ◩ | ◻ | ▽ | |
| 24 | Levantarla de la estiba. | 1 cada vez. | 1,1 | 0,25 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 25 | Limpiarla con un trapo seco. | 1 cada vez. | 0 | 1 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 26 | Ponerla sobre la mesa de control final. | 1 cada vez. | 2,4 | 0,25 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 27 | Inspeccionado estado de las medidas finales. | 1 cada vez. | 0,5 | 3 | | | | | | A todo el lote, una por una. |
| 28 | Bañadas con liquido antioxidante. | 1 cada vez. | 1,1 | 0,25 | | | | | | Todo el lote, una por una. |
| 29 | Puestas sobre la platina. | 1 cada vez. | 0,5 | 1 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 30 | Esperar a que escurran. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 5,6 | 5,75 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | |

Cuadro 7. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa gasolina ruta B

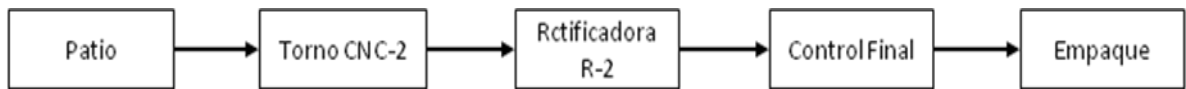
| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER LA OPERACIÓN DE EMPAQUE SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇨ | ◐ | □ | ▽ | |
| 31 | Puestas en la canasta. | 5 x 30 = 150 | 0,9 | 1,5 | | • | | | | Repite la operación N° 31 a la N° 33, 5 veces. |
| 32 | Trasladadas a la oficina. | 5 x 30 = 150 | 11,5 | 2 | | • | | | | |
| 33 | Acomodadas sobre la estiba. | 5 x 30 = 150 | 0,5 | 1 | • | | | | | |
| 34 | Esperar a ser empacadas. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 12,9 | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE EMPAQUE SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇨ | ◐ | □ | ▽ | |
| 35 | Empacadas en cajas e identificadas. | - | 0,5 | 2 | • | | | | | Según el pedido. |
| 36 | Trasportadas a la zona de almacenamiento. | Caja | 2,6 | 2 | | • | | | | En la misma oficina. |
| 37 | Almacenadas hasta el momento del despacho. | Caja | 0 | 0 | | | | | • | Entregas parciales y/o completas. |
| 38 | Cogidas para ser llevadas al carro. | Caja | 1,5 | 1 | | • | | | | Están en el segundo piso. |
| 39 | Trasladadas al Carro que las transporta. | Caja | 21,2 | 4 | | • | | | | Trasladar al primer piso. |
| RESUMEN | | | 25,8 | 9 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | |

Fuente: Autores.

Figura 7. Recorrido de material camisa gasolina ruta B



En este cursograma, se registro el recorrido del material con la siguiente ruta:



a. Abastecer el torno CNC-2: Actividades N°1 a la N°6, consiste en pasar del patio a esta máquina las camisas en bruto, el supervisor programa las referencias que se van hacer y deja los planos, con esta información el celador en horas de la noche pasa o transporta las camisas desde el patio de la fundición hasta una estiba cerca de la maquina.

La producción es pasada por lotes o por maquinas según la cantidad de camisas que indique la tarjeta de identificación, en este caso si el lote es de 150 unidades el deberá ir al patio a surtir la carreta con camisas 3 veces (cada viaje de 50 unidades).

Resumen: 1 operación, 3 transportes, 1 demora y 1 almacenamiento, los transportes son de 18,3 metros.

b. Recorrido del material en la operación de desbaste torno CNC-2: Actividades N°7 a la N°13, este es el movimiento de la camisa durante el desbaste, son esenciales para la operación y se repiten con cada una de las unidades que componen el lote; las estibas para almacenamiento están algo retiradas del operario lo que incrementa los metros recorridos y en este caso hay un transporte adicional del material en bruto.

Resumen: 2 operaciones, 3 transportes, 1 demora y 1 inspección, los tres recorridos equivalen a 12,5 metros por unidad.

c. Recorrido del material para abastecer la rectificadora R-2: actividad N°14 a la N°17, es el recorrido que hace el material del primer al segundo piso. El celador en las noches sube todos los lotes que encuentre desbastados, estos lotes son pasados en canastas y en promedio pasa 30 unidades en un solo viaje, si el objetivo es subir 150 unidades, debe hacer 5 viajes.

Resumen: 1 operación, 2 transportes y 1 demora, estos recorridos son de 21,7 metros por viaje.

d. Recorrido del material en la operación de rectificado R-2: actividades N°18 a la N°23, la operación inicia cuando el operario sube las camisas a la mesa de la maquina y de allí va abasteciendo la maquina rectificadora para dar la media al diámetro exterior de las camisas, luego vuelve a colocar las camisas en la estiba de donde las cogió, este transporte se hace manual.

Resumen: 1 operación, 3 transportes, 1 demora y 1 inspección, estos recorridos son de 7,4 metros por viaje.

e. Recorrido del material en la operación de control final: Actividad N°24 al N°30, el operario coge las camisas de la estiba, las lleva a la mesa de control final, allí realiza la inspección de medidas, baña las camisas en líquido antioxidante y las deja escurrir, esta operación es manual.

Resumen: 2 operaciones, 3 transportes, 1 demora y 1 inspección, estos recorridos son de 5,6 metros por viaje.

f. Recorrido del material para abastecer la operación de empaque: Actividad N°31 a la N°34, las camisas son llevadas a la oficina (en canastas) para hacer su respectivo empaque, en un viaje se llevan aproximadamente 30 unidades, esta operación es manual.






Resumen: 1 operación, 2 transportes y 1 demora, estos transportes son de 12,9 metros.

g. Recorrido del material en la operación de empaque: Actividad N°35 a la N°39, las camisas se encuentran en la oficina allí se hace el empaque directamente en las cajas de cartón, las cuales son amarradas con cabuya y almacenadas hasta el momento del despacho, luego las vuelven a mover cuando se van a enviar a la planta de Caribe, esta operación es manual.

Resumen: 1 operación, 3 transportes y 1 almacenamiento, estos recorridos son de 25,80 metros por caja.

Como total de todas estas actividades se tienen, 9 operaciones, 19 transportes, 6 esperas, 3 inspecciones, 2 almacenamientos y 104,20 metros recorridos, el tiempo empleado es de 0,71 minutos por unidad y el costo de manipulación se estima en \$ 2473 por unidad.

Cuadro 8. Resumen de actividades camisa gasolina ruta B.

| ACTIVIDAD | ACTUAL |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| OPERACIÓN  | 9 |
| TRANSPORTE  | 19 |
| ESPERA  | 6 |
| INSPECCIÓN  | 3 |
| ALMACENAMIENTO  | 2 |
| DISTANCIA (m) | 104,2 |
| TIEMPO (Hora/Hombre) | 0,71 |
| COSTO MANIPULACION | 2473 |

Fuente: Autores.

Cuadro 9. Cursograma analítico de material camisa diesel

| CURSOGRAMA ANALITICO –OPERARIO/ MATERIAL / EQUIPO | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|------------------|----------------|----------|-----------|----------|----------|----------|--------------------------------|
| Nº DE HOJAS: 5 | | ACTIVIDAD | | | ACTUAL | PROPUESTA | ECONOMIA | | | |
| FECHA: 16/03/2012 | | OPERACIÓN ○ | | | 9 | | | | | |
| METODO: Actual | | TRANSPORTE → | | | 21 | | | | | |
| PROCESO: Recorrido de un lote de producción desde el patio, hasta el despacho. | | ESPERA D | | | 7 | | | | | |
| | | INSPECCIÓN □ | | | 4 | | | | | |
| EMPIEZA: Abastecer el proceso de desbaste, en el torno CNC. | | ALMACENAMIENTO ▽ | | | 2 | | | | | |
| | | DISTANCIA (m) | | | 99,6 | | | | | |
| TERMINA: Empaque y despacho. | | TIEMPO (Hora/Hombre) | | | 0,74 | | | | | |
| MÁQUINAS: T.CNC-3, Bruñidora 1, Torno Copiador, Manual. | | COSTO MANIPULACION | | | 2608 | | | | | |
| ANALISTA: Johanna P. García Salazar / Edier Ramírez | | | | | | | | | | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER EL TORNO CNC-3 PRIMER PISO (lote 150 unidades) | | | | | | | | | | |
| Nº | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | → | D | □ | ▽ | |
| 1 | En el patio de fundicion. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| 2 | Puestas en la carreta | 30 x 4 = 120 | 0,5 | 0,5 | | | | | | Repite esta actividad 4 veces. |
| 3 | Transportadas hasta el torno CNC-3 | 30 x 4 = 120 | 18 | 1 | | | | | | |
| 4 | Sacadas de la carreta. | 30 x 4 = 120 | 0,5 | 0,75 | | | | | | |
| 5 | Acomodadas en la estiba del torno. | 30 x 4 = 120 | 0,5 | 0,75 | | | | | | |
| 6 | Esperar a ser procesadas por el torno CNC-3. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | 150 | 19,5 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | |

Cuadro 9. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa diesel

| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE DESBASTE TORNO CNC-3 PRIMER PISO | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇨ | ⊖ | □ | ▽ | |
| 7 | Llevada a la maquina. | 1 cada vez. | 2 | 0,2 | | | | | | Repiten las operaciones N° 7 a la N° 11, según la cantidad de camisas que contiene el lote. |
| 8 | Desbastada por la maquina. | 1 cada vez. | 0 | 2,3 | | | | | | |
| 9 | Trasladada a la mesa. | 1 cada vez. | 2 | 0,17 | | | | | | |
| 10 | Inspeccionado estado de las medidas (interior, exterior y longitud). | 1 cada vez. | 0,3 | 1 | | | | | | |
| 11 | Bañada con refrigerante. | 1 cada vez. | 2,5 | 1 | | | | | | |
| 12 | Transportada del recipiente a la estiba. | 1 cada vez. | 0,5 | 0,25 | | | | | | Unidad por unidad. |
| 13 | Esperar a que sean llevadas al segundo piso. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 7,3 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER LA BRUÑIDORA B-1 PRIMER Y SEGUNDO PISO (lote 30 unidades) | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇨ | ⊖ | □ | ▽ | |
| 14 | Puestas en la canasta. (primer piso). | 5 x 6 = 30 | 0,5 | 0,25 | | | | | | Estas operaciones se repiten 5 veces. |
| 15 | Trasladadas a la zona de bruñido (segundo piso). | 5 x 6 = 30 | 17,2 | 6 | | | | | | |
| 16 | Acomodadas sobre la estiba. | 5 x 6 = 30 | 0,5 | 0,25 | | | | | | |
| 17 | Esperar a ser procesadas en la maquina bruñidora. | 150 | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | 150 | 18,2 | 6,5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | |

Cuadro 9. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa diesel

| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE BRUÑIDO B-1 SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | ◐ | ◻ | ▽ | |
| 18 | Trasladadas de la estiba a la mesa de la maquina. | 1 cada vez. | 1,6 | 1,5 | | | | | | Repite estas 4 actividades, según la cantidad de camisas que tiene el lote. |
| 19 | Bruñida por la maquina. | 1 cada vez. | 0,2 | 1,25 | | | | | | |
| 20 | Inspeccionado estado de la media del diámetro interior. | 1 cada vez. | 0,2 | 0,25 | | | | | | |
| 21 | Transportadas de la maquina a la estiba. | 1 cada vez. | 1,6 | 0,5 | | | | | | |
| 22 | Esperar a ser procesada en el torno copiadador. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 3,6 | 3,5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE TORNO COPIADOR SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | ◐ | ◻ | ▽ | |
| 23 | Trasladadas de la estiba a la maquina. | 1 cada vez. | 2,8 | 1,7 | | | | | | Repite estas operaciones según la cantidad de unidades del lote. |
| 24 | Terminada en la maquina. | 1 cada vez. | 0 | 4 | | | | | | |
| 25 | Inspeccionado el estado de las medidas. | 1 cada vez. | 1,1 | 1 | | | | | | |
| 26 | Transportada de la maquina a la estiba. | 1 cada vez. | 2,8 | 1,7 | | | | | | |
| 27 | Esperar a ser revisadas en control final. | Lote | 0 | 0 | | | | | | |
| RESUMEN | | | 6,7 | 8,4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | |

Cuadro 9. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa diesel

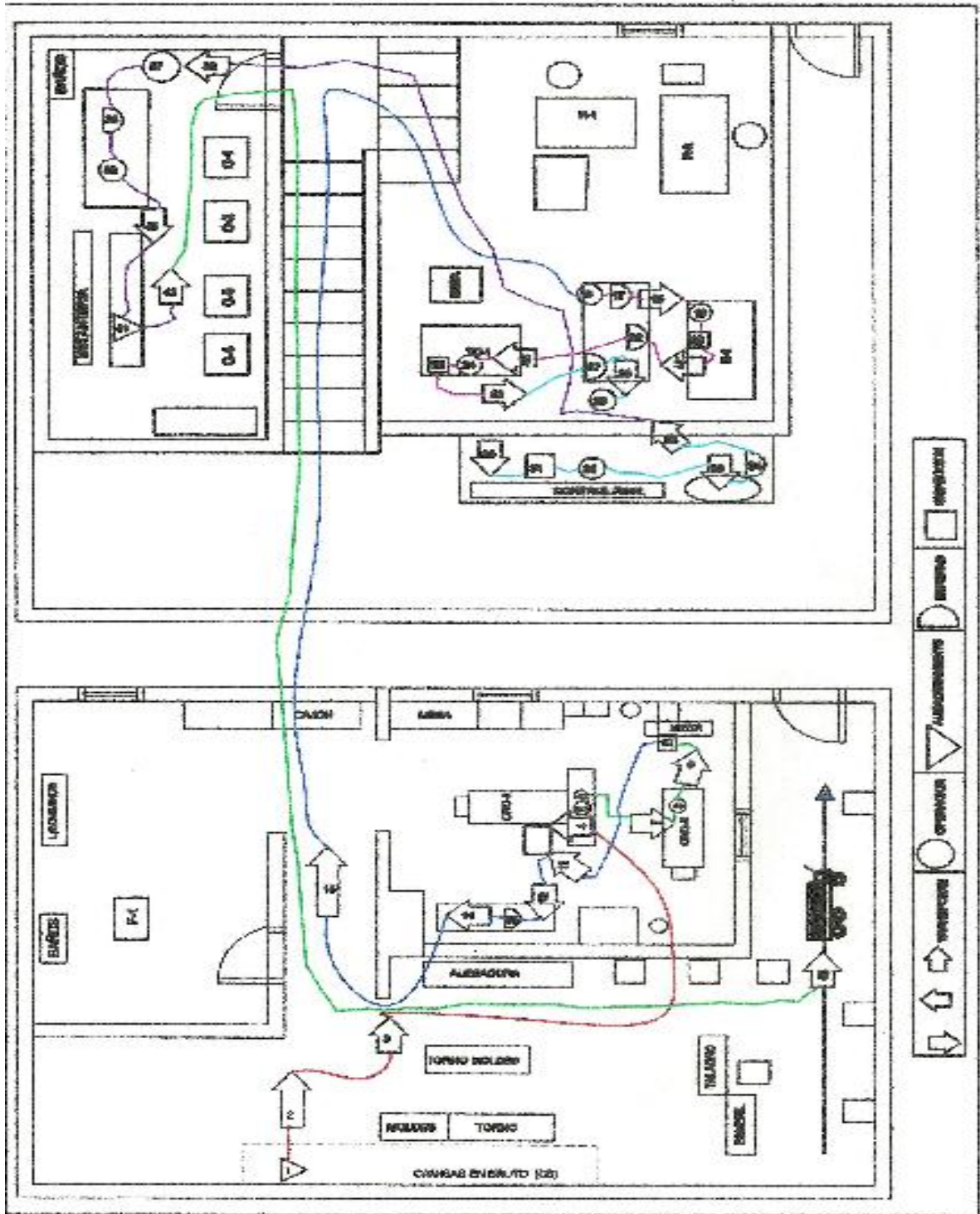
| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE CONTROL FINAL SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇨ | ◐ | ◻ | ▽ | |
| 28 | Levantarla de la estiba. | 1 cada vez. | 1,1 | 0,25 | | • | | | | Unidad por unidad. |
| 29 | Limpiarla con un trapo seco. | 1 cada vez. | 0 | 1 | • | | | | | Unidad por unidad. |
| 30 | Ponerla sobre la mesa de control final. | 1 cada vez. | 2,4 | 0,25 | | • | | | | Se trasladan hasta 8 unidades. |
| 31 | Inspeccionado estado de las medidas finales. | 1 cada vez. | 0,5 | 3 | | | | | • | A todo el lote, una por una. |
| 32 | Bañadas con liquido antioxidante. | 1 cada vez. | 1,1 | 0,2 | • | | | | | Todo el lote, una por una. |
| 33 | Puestas sobre la platina. | 1 cada vez. | 0,5 | 1 | | • | | | | Unidad por unidad. |
| 34 | Esperar a que escurran. | Lote | 0 | 0 | | • | | | | |
| RESUMEN | | | 5,6 | 5,7 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| RECORRIDO DEL MATERIAL PARA ABASTECER LA OPERACIÓN DE EMPAQUE SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇨ | ◐ | ◻ | ▽ | |
| 35 | Puestas en la canasta. | 5 x 6 = 30 | 0,9 | 1,5 | | • | | | | Repite la operación N° 35 a la N° 37, 5 veces. |
| 36 | Trasladadas a la oficina. | 5 x 6 = 30 | 11,5 | 2 | • | | | | | |
| 37 | Acomodadas sobre la estiba. | 5 x 6 = 30 | 0,5 | 1 | | • | | | | |
| 38 | Esperar a ser empaçadas. | Lote | 0 | 0 | | • | | | | |
| RESUMEN | | | 12,9 | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | |

Cuadro 9. (Continuación) Cursograma analítico de material camisa diesel

| RECORRIDO DEL MATERIAL EN LA OPERACIÓN DE EMPAQUE SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------------|
| N° | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD unidades | DISTANCIA metros | TIEMPO minutos | SIMBOLO | | | | | OBSERVACION |
| | | | | | ○ | ⇒ | ⊐ | □ | ▽ | |
| 39 | Empacadas en cajas e identificadas. | - | 0,5 | 2 | ● | | | | | Según el pedido. |
| 40 | Transportadas a la zona de almacenamiento. | Caja | 2,6 | 2 | | ● | | | | En la misma oficina. |
| 41 | Almacenadas hasta el momento del despacho. | Caja | 0 | 0 | | | | | ● | Entregas parciales y/o completas. |
| 42 | Cogidas para ser llevadas al carro. | Caja | 1,5 | 1 | | ● | | | | Están en el segundo piso. |
| 43 | Trasladadas al Carro que las transporta. | Caja | 21,2 | 4 | | ● | | | | Trasladar al primer piso. |
| RESUMEN | | | 25,8 | 9 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | |

Fuente: Autores.

Figura 8. Recorrido de material camisa diesel



En este cursograma, se registro el recorrido del material con la siguiente ruta:



a. Abastecer el torno CNC-3: Actividades N°1 a la N°6, consiste en pasar del patio a esta máquina las camisas en bruto, el supervisor programa las referencias que se van hacer y deja los planos, con esta información el celador en horas de la noche pasa o transporta las camisas desde el patio de la fundición hasta una estiba cerca de la maquina.

La producción es pasada por lotes o por maquinas según la cantidad de camisas que indique la tarjeta de identificación, en este caso si el lote es de 120 unidades el deberá ir al patio a surtir la carreta con camisas 4 veces (cada viaje de 30 unidades).

Resumen: 1 operación, 3 transportes, 1 demora y 1 Almacenamiento, los transportes son de 19,5 metros.

b. Recorrido del material en la operación de desbaste torno CNC-3: Actividades N°7 a la N°13, este es el movimiento de la camisa durante el desbaste, son esenciales para la operación y se repiten con cada una de las unidades que componen el lote; las estibas para almacenamiento están algo retiradas del operario lo que incrementa los metros recorridos y en este caso el recipiente para el ACPM, está detrás de la maquina CNC-2.

Resumen: 1 operación, 4 transportes, 1 demora y 1 inspección, los cuatro recorridos equivalen a 7,3 metros por unidad.

c. Recorrido del material para abastecer la Bruñidora B-1: Actividades N°14 a la N°17, es el recorrido que hace el material del primer al segundo piso. El celador en las noches sube todos los lotes que encuentre desbastados, estos lotes son pasados en canastas y en promedio pasa 6 unidades en un solo viaje, si el objetivo es subir 30 unidades, debe hacer 5 viajes.

Resumen: 1 operación, 2 transportes y 1 demora, estos recorridos son de 18,2 metros por viaje.

d. Recorrido del material en la operación de Bruñido B-1: actividades N°18 a la N°22, esta operación no tiene elementos adicionales, el recorrido es de la estiba donde esta almacenada a la maquina y viceversa.

Resumen: 1 operación, 2 transportes, 1 demora y 1 inspección, estos recorridos son de 3,6 metros por unidad.

e. Recorrido del material en la operación de Torno Copiador TC-1: Actividades N°23 a la N°27, el operario coge la camisa de la estiba le realiza la operación (parallamas, ranuras, chaflanes) y las vuelve a colocar en la estiba.

Resumen: 1 operación, 2 transportes, 1 demora y 1 inspección, Estos recorridos son de 6,7 metros por viaje.

f. Recorrido del material en la operación de control final: Actividades N°28 a la N°34, el operario coge las camisas de la estiba, las lleva a la mesa de control final, allí realiza la inspección de medidas, baña las camisas en líquido antioxidante y las deja escurrir, esta operación es manual.

Resumen: 2 operaciones, 3 transportes, 1 demora y 1 inspección, estos recorridos son de 5,6 metros por unidad.

g. Recorrido del material para abastecer la operación de empaque: Actividades N°35 a la N°38, las camisas son llevadas a la oficina (en canastas) para hacer su respectivo empaque, en un viaje se llevan aproximadamente 6 unidades, esta operación es manual.

Resumen: 1 operación, 2 transportes y 1 demora, estos transportes son de 12,9 metros.






h. Recorrido del material en la operación de empaque: Actividades N°39 a la N°43, las camisas se encuentran en la oficina allí se hace el empaque directamente en las cajas de cartón, las cuales son amarradas con cabuya y

almacenadas hasta el momento del despacho, luego las vuelven a mover cuando se las van a enviar a la planta de Caribe, esta operación es manual.

Resumen: 1 operación, 3 transportes y 1 almacenamiento, Estos recorridos son de 25,80 metros por caja.

Como total de todas estas actividades encontramos: 9 operaciones, 21 transportes, 7 esperas, 4 inspecciones, 2 almacenamientos y 99,60 metros recorridos, adicional a ello el tiempo es de 0,74 horas y su costo de manipulación es de \$2608 por unidad.

Cuadro 10. Resumen de actividades camisa diesel

| ACTIVIDAD | ACTUAL |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| OPERACIÓN  | 9 |
| TRANSPORTE  | 21 |
| ESPERA  | 7 |
| INSPECCIÓN  | 4 |
| ALMACENAMIENTO  | 2 |
| DISTANCIA (m) | 99,6 |
| TIEMPO (Hora/Hombre) | 0,74 |
| COSTO MANIPULACION | 2608 |

Fuente: Autores.

6.4 EXAMINAR INFORMACION ACTUAL

6.4.1 Análisis de cursograma. En la recolección de la información contamos con 3 tipos de cursograma, los cuales nos brindan información acerca de las actividades que se realizan en el proceso de mecanizado, de estos podemos hacer el siguiente análisis.

6.4.1.1 Camisa gasolina ruta A. En total son 45 actividades, donde cada una está representada así:

Tabla 1. Porcentaje de las actividades camisa gasolina ruta A

| Actividad | Cantidad | Porcentaje |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Operaciones | 12 | 26,7 |
| Transportes | 20 | 44,4 |
| Esperas | 8 | 17,8 |
| Inspecciones | 3 | 6,7 |
| Almacenamientos | 2 | 4,4 |
| Total | 45 | 100 |

Fuente: Autores.

De este podemos informar que el transporte de el material representa el 44,4% de todas las actividades el cual es un porcentaje alto, considerando que los transportes no agregan valor al producto, pero si tienen una alta influencia en los costos de operación porque intervienen los operarios y en este caso las distancias recorridas son de 97,92 metros por unidad, desglosando este ítem encontramos lo siguiente:

Tabla 2. Desglose transportes camisa gasolina ruta A

| Ubicación | Metros | Porcentaje |
|-----------------------------|---------------|-------------------|
| Abastecer Torno CNC-3 | 19,5 | 19,91 |
| Desbaste CNC-3 | 7,5 | 7,66 |
| Abastecer Rectificadora R-1 | 17,20 | 17,57 |

Tabla 2. (Continuación) Desglose transportes camisa gasolina ruta A

| Ubicación | Metros | Porcentaje |
|--------------------|---------------|-------------------|
| Rectificado R-1 | 6,6 | 6,74 |
| Control Final | 5,6 | 5,72 |
| Abastecer Empaque | 12,9 | 13,17 |
| Empaque y Despacho | 26,96 | 29,53 |
| Total | 96,26 | 100 |

Fuente: Autores.

Los recorridos que contribuyen al aumento de esta situación son los que hace el material cuando se van abastecer las operaciones de Torno, Rectificado y empaque con unos porcentajes de: 19,91%, 17,57% y 13,17 respectivamente y en proceso de empaque y despacho los recorridos representan un 29,23% valor superior a todos los otros recorridos.

6.4.1.2 Camisa gasolina ruta B. En total son 39 actividades, donde cada una está representada así:

Tabla 3. Porcentaje de las actividades camisa gasolina ruta B

| Actividad | Cantidad | Porcentaje |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Operaciones | 9 | 23,08 |
| Transportes | 19 | 48,72 |
| Esperas | 6 | 15,38 |
| Inspecciones | 3 | 7,69 |
| Almacenamientos | 2 | 5,13 |
| Total | 39 | 100 |

Fuente: Autores.

De este podemos informar que el transporte del material representa el 48,72% de todas las actividades un valor bastante alto comparado con las operaciones que

apenas representan el 23,08%, el total de metros recorridos en este diagrama es de 104,20 metros por unidad, desglosando los transportes encontramos:

Tabla 4. Desglose transportes camisa gasolina ruta B

| Ubicación | Metros | Porcentaje |
|-----------------------------|---------------|-------------------|
| Abastecer Torno CNC-2 | 18,30 | 17,56 |
| Desbaste CNC-2 | 12,5 | 12,00 |
| Abastecer Rectificadora R-2 | 21,70 | 20,83 |
| Rectificado R-2 | 7,4 | 7,10 |
| Control Final | 5,6 | 5,37 |
| Abastecer Empaque | 12,9 | 12,38 |
| Empaque y Despacho | 25,80 | 24,76 |
| Total | 104,20 | 100 |

Fuente: Autores.

Los recorridos que mayor porcentaje tienen son: empaque y despacho 24,76%, Abastecer Rectificadora R-2 20,83%, Abastecer Torno CNC-2 17,56%, Abastecer empaque 12,38% y Desbaste CNC-2 12%.

6.4.1.3 Camisa Diesel. En total son 43 actividades, donde cada una está representada así:

Tabla 5. Porcentaje de las actividades camisa diesel

| Actividad | Cantidad | Porcentaje |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Operaciones | 9 | 20,93 |
| Transportes | 21 | 48,84 |
| Esperas | 7 | 16,28 |
| Inspecciones | 4 | 9,30 |
| Almacenamientos | 2 | 4,65 |
| Total | 43 | 100 |

Fuente: Autores.

De este podemos informar que el transporte del material representa el 48,84% de todas las actividades un valor bastante alto comparado con las operaciones que apenas representan el 20,93%, el total de metros recorridos en este diagrama es de 99,60 metros por unidad, desglosando los transportes encontramos:

Tabla 6. Desglose transportes camisa diesel

| Ubicación | Metros | Porcentaje |
|-------------------------|---------------|-------------------|
| Abastecer Torno CNC-3 | 19,50 | 19,58 |
| Desbaste CNC-3 | 7,3 | 7,33 |
| Abastecer Bruñidora B-1 | 18,20 | 18,27 |
| Bruñido B-1 | 3,6 | 3,61 |
| Copiado TC-1 | 6,7 | 6,73 |
| Control Final | 5,6 | 5,62 |
| Abastecer Empaque | 12,9 | 12,95 |
| Empaque y Despacho | 25,80 | 25,90 |
| Total | 99,60 | 100 |

Fuente: Autores.

Los recorridos que mayor porcentaje tienen son: empaque y despacho 25,90%, Abastecer Torno CNC-3 19,58%, Abastecer Bruñidora B-1 18,27% y Abastecer empaque 12,95%.

7. RESULTADOS

7.1 CUESTIONARIO

Como información primaria tomamos en cuenta el cuestionario, realizado a los operarios, en cual ellos nos dieron su opinión acerca del proceso y nos hablaron sobre las operaciones que realizan, en él se formularon 13 preguntas (abiertas y cerradas), para permitir al operario expresar su opinión sobre los diferentes cuestionamientos.

El cuestionario se aplicó a los operarios de fundición, operarios de mecanizado de camisas y se incluyo a los celadores, ya que ellas son las personas encargadas de algunos de los transportes de las camisas y por ello se vio la pertinencia de preguntarles sobre el proceso. Estas entrevistas se realizaron en tres días, donde se visito al operario en su puesto de trabajo y se le aplicaron las preguntas.

7.1.1 Análisis del cuestionario. Esta es la información recopilada después de realizado:

Figura 9. Tabulación cuestionario sobre el proceso de fabricación Camisas

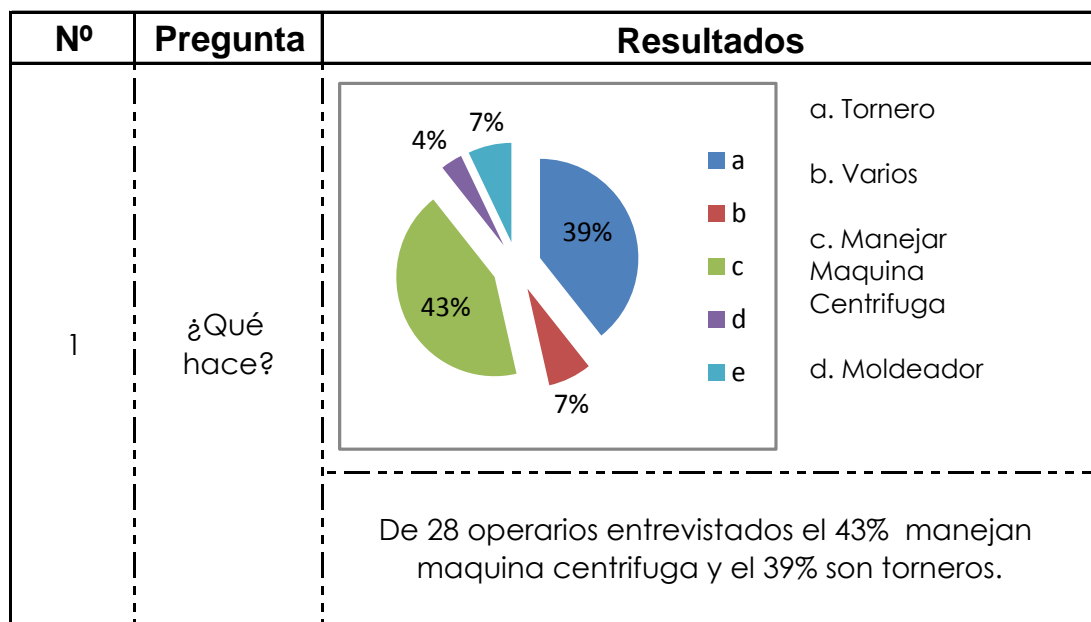


Figura 9. (Continuación) Tabulación cuestionario sobre el proceso de fabricación Camisas

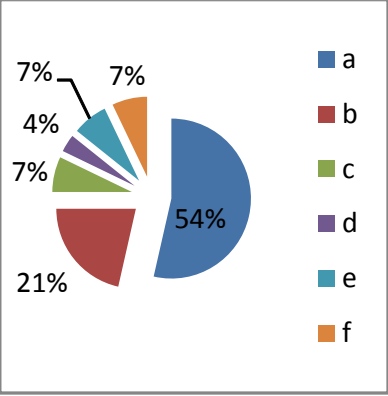
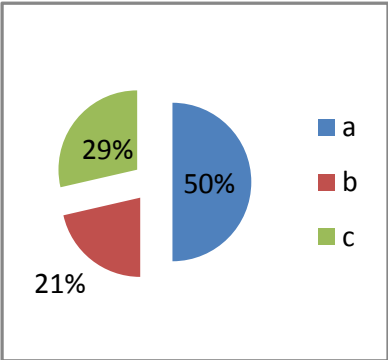
| Nº | Pregunta | Resultados |
|----|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | ¿Qué función desempeña? | <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ d ■ e ■ f </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> a. Operario Fundicion. b. Operario Torno. c. Operario rectificadora. d. Operario bruñidora. e. Operario control final. f. Varios </div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>De 28 operarios, el 54% son operarios de fundicion y el 21% son operarios de torno.</p> |
| 3 | ¿Por qué Hace esa operación? | <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> a. Es mi labor. b. Porque aprendí. c. Porque está capacitado. </div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>De 28 operarios, el 50% realiza esta operación porque es su labor, el 29% lo hace porque esta capacitado para ello.</p> |

Figura 9. (Continuación) Tabulación cuestionario sobre el proceso de fabricación Camisas

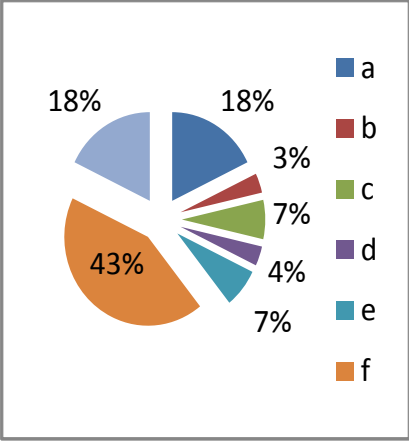
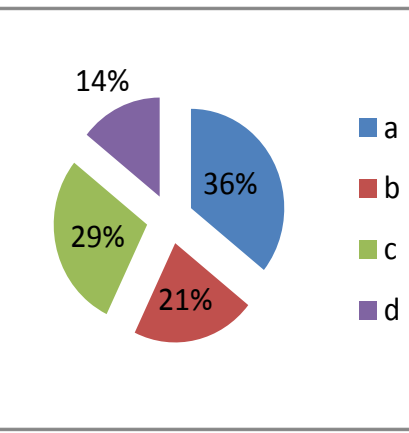
| Nº | Pregunta | Resultados |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | ¿Donde Realiza la operación? | <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> a. Torno CNC. b. Torno Copiador. c. Rectificadora. d. Bruñidora. e. Control final. f. Maquinas Centrifuga. g. Fundicion. </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">De 28 operarios, el 43% realiza la operación en las maquinas centrifugas, el 18% en torno cnc y otro 18% en la fundicion.</p> |
| 5 | ¿Por qué hace la operación en ese lugar? | <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> a. Aquí se hace. b. No hay otro lugar. c. Maquina apropiada. d. Es el asignado. </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">De 28 operarios, el 36% realiza la operación en este lugar porque ahí se hace y el 29% lo hace en ese lugar porque es la maquina apropiada.</p> |

Figura 9. (Continuación) Tabulación cuestionario sobre el proceso de fabricación Camisas

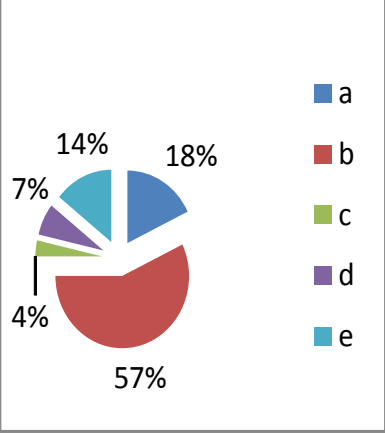
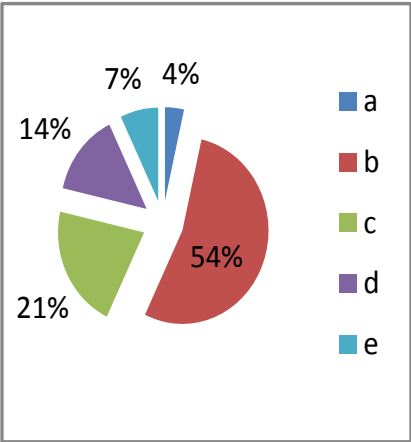
| Nº | Pregunta | Resultados |
|----|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | ¿En que otro lugar podría hacerse esta operación? | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ d ■ e </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> a. Torno Copiador. b. Ninguno. c. Bruñidora CNC. d. Rectificadora CNC. e. Donde se reubique. </div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>De 28 operarios, el 57% opina que la operación no se puede realizar en otro lugar diferente y el 18% opina que se puede cambiar de maquina.</p> |
| 7 | ¿Cuando se hace la operación? | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ d ■ e </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> a. Antes de Fundicion. b. Durante Fundicion. c. Despues Fundicion. d. Despues desbaste. e. Despues de Rectificado y Bruñido. f. Despues Control Final. g. Al empacar y despachar. </div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>De 28 operarios, el 54% ejecuta la operación durante la fundicion, el 21% la ejecuta despues de la fundicion.</p> |

Figura 9. (Continuación) Tabulación cuestionario sobre el proceso de fabricación Camisas

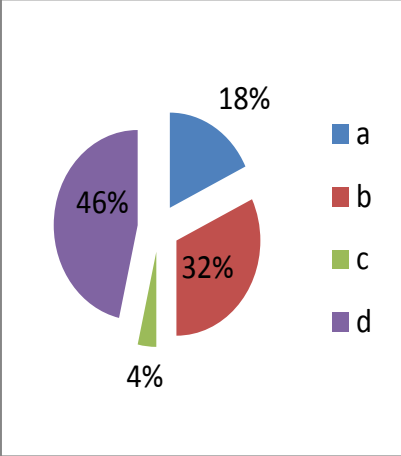
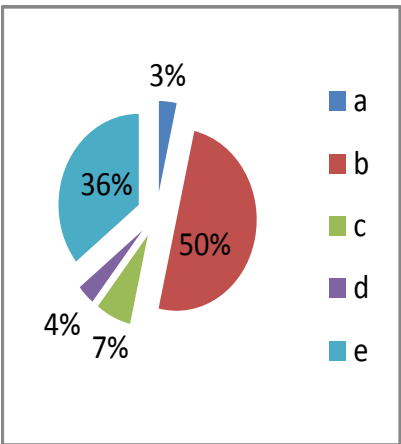
| Nº | Pregunta | Resultados |
|----|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | ¿Por qué se hace en ese momento? | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ d </div> </div> <p style="margin-top: 10px;">a. Ese es el proceso. b. Por programacion. c. Por urgencia del pedido. d. Secuencia del proceso.</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p style="text-align: center;">De 28 operarios, el 46% hace la operación de acuerdo a la secuencia del proceso y el 32% lo hace según la programación.</p> |
| 9 | ¿Por qué la hace usted? | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ d ■ e </div> </div> <p style="margin-top: 10px;">a. Soy Tornero. b. Es mi trabajo. c. Realizo bien el trabajo. d. Soy Fundidor. e. Por Conocimiento.</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p style="text-align: center;">De 28 operarios, el 50% lo realiza porque es su labor, el 36% lo hace por conocimiento.</p> |

Figura 9. (Continuación) Tabulación cuestionario sobre el proceso de fabricación Camisas

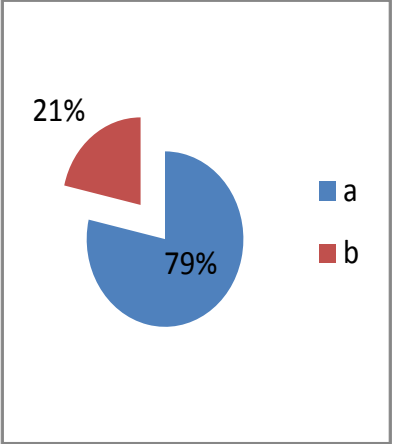
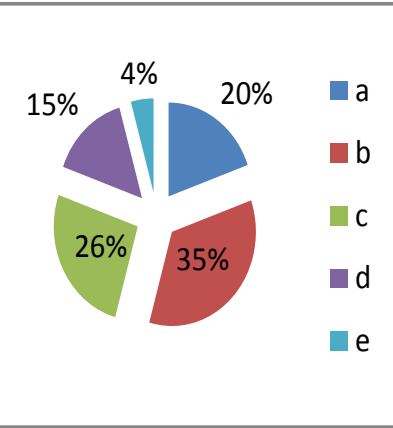
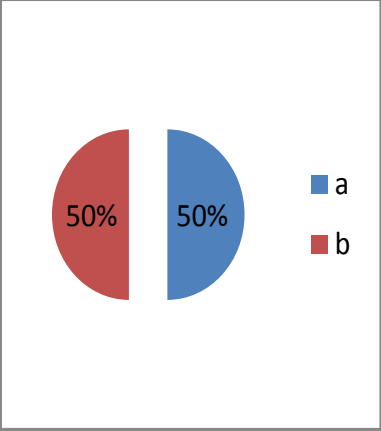
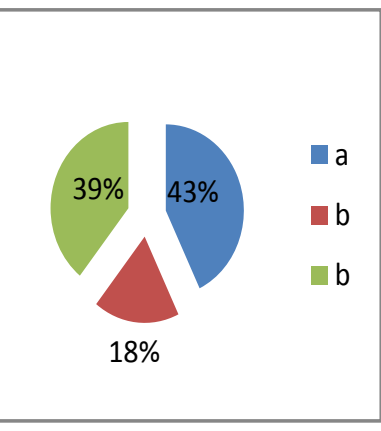
| Nº | Pregunta | Resultados |
|----|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | ¿Tiene las herramientas y el espacio adecuado para desarrollar sus tareas? | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>a. Si.</p> <p>b. No.</p> </div> </div> <p>De 28 operarios, el 79% considera que tiene herramientas y espacio adecuado el 21% tiene una opinion negativa.</p> |
| 11 | ¿Cuales factores ambientales afectan su labor? | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>a. Ruido.</p> <p>b. Polvo.</p> <p>c. Temperatura.</p> <p>d. Iluminación.</p> <p>e. Otros</p> </div> </div> <p>De 28 operarios, el 35% siente que el polvo los afecta, el 26% se afecta por la temperatura y el 20% se inclina por el ruido.</p> |

Figura 9. (Continuación) Tabulación cuestionario sobre el proceso de fabricación Camisas

| Nº | Pregunta | Resultados |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | ¿Como le parece la distribución de la maquinaria? | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>a. Adecuada.</p> <p>b. Inadecuada.</p> </div> </div> <p>De 28 operarios, el 50% opina que es adecuada y el otro 50% opina que no es adecuada.</p> |
| 13 | ¿Que opina de la forma como transportan las camisas de un centro de trabajo al otro? | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>a. Incomodo.</p> <p>b. Normal.</p> <p>c. Muy Lejos.</p> </div> </div> <p>De 28 operarios, el 43% opina que es incomoda y el 39% opina que estan muy lejos.</p> |

Fuente: Autores.

Ahora realizaremos un análisis de las respuestas dadas por los operarios al cuestionario. Las personas entrevistadas en su mayoría (43%), son operarios de maquina centrífuga y el 39% son torneros, todos ellos laboran en la fabricación de camisas, estos últimos a su vez se dividen según los operarios necesarios para cada una de las maquinas que intervienen en el proceso. Al interrogarles porque hacen esas operaciones, una gran cantidad lo hace porque es su labor, otros indican que estando en la empresa aprendieron hacer determinadas tareas que desconocían y también algunos hablan de que están capacitados para ejecutar dichas operaciones, ellos son conscientes del uso de cada uno de los equipos y las operaciones que se pueden realizar en cada máquina, por eso a medida que han adquirido experiencia se han rotado por los diferentes puestos de trabajo logrando un personal poli-funcional.

Cuando hablamos del lugar donde se realizan las operaciones, notamos que las respuestas fueron algo limitadas ya que argumentaron que no hay otro lugar donde hacer la fundición centrífuga, porque en el lugar actual es donde están las maquinas de centrifugado ancladas y no se pueden mover, además no saben que otro tipo de tecnología se pueda usar allí; al preguntar por otras alternativas de la maquinaria de mecanizado, dicen que el desbaste se puede hacer en torno convencional, pero esto implicaría cambiar el proceso (devolverse) en temas tecnológicos, hay otro tipo de respuesta más futurista donde proponen el obtener bruñidora y rectificadora CNC, lo que haría que el tiempo de operación disminuyera al no ser tan manual, el personal de control final y empaque (tareas manuales), dicen que no tienen ningún problema si son reubicados, lo más importante es que tengan en espacio adecuado porque actualmente se sienten estrechos con tanta producción terminada en espera de ser verificada.

Las respuestas dadas a la pregunta de ¿Cuándo se hace la operación? El 54% la ejecuta durante la fundición, lo que indica que más de la mitad del personal trabaja en esta labor, ya que este es el proceso base para dar la materia prima al de mecanizado y por consiguiente el porcentaje restante son los encargados de transformar este material en un producto terminado. También se habla que las operaciones se hacen en el orden secuencial del proceso, porque unas operaciones son pre-requisito de las otras, en aquellas operaciones que se pueden hacer simultaneas se ejecutan de acuerdo a la programación que indique el supervisor.

Al indagar la razón por la cual ellos realizan este tipo de labores, argumentan que lo hacen porque para ello fueron contratados y esa es su labor, otros indican que se han capacitado para llegar a este lugar y que han adquirido el conocimiento necesario para desarrollar las diferentes operaciones, sobre las herramientas de trabajo el 79% opina que son adecuadas porque todo lo que necesitan lo tienen

cerca y de fácil acceso, esto es más generalizado en el personal de fundición, el otro 21% opina que no tienen las herramientas necesarias porque hay áreas de la empresa donde se sienten estrechos debido a que el espacio actual es poco para el almacenamiento que se hace durante el proceso de fabricación y en el tema de herramientas hay unas que deben compartir, porque no se tienen las suficientes para abastecer cada proceso.

Pasando al tema ambiental el 35% opina que el factor que más afecta es el polvo, seguido por la temperatura, el ruido y la iluminación. En algunos casos se presenta muy poca iluminación tal vez porque es inadecuada la ubicación de las luminarias lo que no permite tener un buen servicio de la misma, en el tema del polvo y la temperatura están presente en el diario laboral pero se a crecentan sus condiciones cuando se realiza la fundición ya que es un día bastante duro al extremar la temperatura y lo polución, aumentan los niveles de material particulado en el ambiente. El ruido es otro factor presente en el proceso, por ello la empresa tienen medidas de control como es brindar al operario los tapones auditivos, aunque en el proceso de soldadura los niveles de ruido son bastante altos al usar equipos de corte con sistemas de aire comprimido.

Sobre el tema de distribución de la maquinaria las opiniones están divididas, la mitad de los entrevistados opinan que es favorable y la otra mitad dice que es desfavorable, porque en la zona de mecanizado hay muchos espacios ocupados con otras cosas que no pertenecen al proceso por lo tanto se ve desordenado, porque no hay una planeación en la ubicación de la maquinaria y por ello se mueven tanto las camisas para arriba y para abajo, algunos llegan a pensar que es mejor bajar al menos la rectificadora porque así salen las camisas del torno y las rectifican de una, no las tienen que llevar por halla al segundo piso, pero también piensa que igual las van a transportar para que se les haga control final y el empaque.

En el tema del traslado de las camisas por medio de canastas y de el coche, se clasifican las respuestas dadas y se interpretan estos tres factores, “a. es incomodo – b. normal – c. muy lejos”, es incomodo cargar las camisas en la canasta porque cuando son referencias largas no queda espacio por dónde meter la mano para coger la agarradera de la misma, sí las transportan en caneca son muy pocas las unidades que pueden transportar en un solo viaje, para otras personas es normal porque ya se acostumbraron a estas condiciones, otra recomendación es mirar que se puede hacer para que todo quede más cerca y no haya tanto transporte manual, alguien dice que sería bueno tener una montacarga pero restringe la idea porque los pasillos no son lo suficientemente anchos como para usar este equipo de carga y de esta forma no tener que hacer tanto esfuerzo físico.

7.2 PROPUESTA

7.2.1 Proyecciones de ventas. Para la distribución de planta es importante conocer cuál es la relación entre productos y cantidades para ir observando que distribución es la más apropiada para ello se inicia con este estudio.

Se pronosticará la demanda que se tendrán de las camisas para un determinado periodo, este cálculo lo haremos por medio del método de los mínimos cuadrados, en la aplicación de este se tiene en cuenta la información de las ventas realizadas durante los últimos 3 años, tanto de camisas diesel como de las camisas gasolina.

Cuadro 11. Ventas camisa diesel

| | Mes | Cantidad 2010 | Cantidad 2011 | Cantidad 2012 |
|----------------------------------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| D I E S E L | Enero | 234 | 260 | 490 |
| | Febrero | 79 | 427 | 0 |
| | Marzo | 250 | 571 | 0 |
| | Abril | 177 | 433 | 362 |
| | Mayo | 230 | 380 | 279 |
| | Junio | 174 | 100 | 36 |
| | Julio | 347 | 16 | 0 |
| | Agosto | 312 | 0 | 269 |
| | Septiembre | 560 | 254 | 233 |
| | Octubre | 72 | 0 | 72 |
| | Noviembre | 0 | 301 | 84 |
| | Diciembre | 231 | 197 | 0 |

Fuente: Histórico de ventas, empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda.

Cuadro 12. Ventas camisa gasolina

| G A S O L I N A | Mes | Cantidad 2010 | Cantidad 2011 | Cantidad 2012 |
|--------------------------------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| | Enero | 9.732 | 9.471 | 10.750 |
| | Febrero | 10.222 | 10.479 | 10.906 |
| | Marzo | 10.557 | 9.362 | 10.415 |
| | Abril | 8.628 | 10.684 | 6.630 |
| | Mayo | 8.463 | 12.328 | 9.758 |
| | Junio | 8.005 | 9.315 | 9.856 |
| | Julio | 7.844 | 13.297 | 10.153 |
| | Agosto | 11.038 | 10.737 | 6.028 |
| | Septiembre | 9.888 | 9.426 | 7.001 |
| | Octubre | 10.095 | 10.355 | 11.093 |
| | Noviembre | 10.523 | 9.352 | 7.779 |
| | Diciembre | 7.482 | 6.798 | 9.274 |

Fuente: Histórico de ventas, empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda.

Con esta información realizaremos la proyección de ventas por el método de los mínimos cuadrados, utilizando las siguientes formulas:

$$y = a + b x$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x^2 - n \bar{x}^2}$$

Fuente: Notas de Clase.

Para reemplazar cada una de las formulas construiremos el siguiente cuadro con la información necesaria, para el cálculo correspondiente a las camisas diesel:

Cuadro 13. Información para pronóstico camisa diesel

| X | Y | XY | X ² | Y ² |
|---|-----|-----|----------------|----------------|
| 1 | 234 | 234 | 1 | 54.756 |
| 2 | 79 | 158 | 4 | 6.241 |
| 3 | 250 | 750 | 9 | 62.500 |
| 4 | 177 | 708 | 16 | 31.329 |

Cuadro 13. (Continuación) Información para pronóstico camisa diesel

| X | Y | XY | X ² | Y ² |
|------------|--------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 230 | 1.150 | 25 | 52.900 |
| 6 | 174 | 1.044 | 36 | 30.276 |
| 7 | 347 | 2.429 | 49 | 120.409 |
| 8 | 312 | 2.496 | 64 | 97.344 |
| 9 | 560 | 5.040 | 81 | 313.600 |
| 10 | 72 | 720 | 100 | 5.184 |
| 11 | 0 | 0 | 121 | 0 |
| 12 | 231 | 2.772 | 144 | 53.361 |
| 13 | 260 | 3.380 | 169 | 67.600 |
| 14 | 427 | 5.978 | 196 | 182.329 |
| 15 | 571 | 8.565 | 225 | 326.041 |
| 16 | 433 | 6.928 | 256 | 187.489 |
| 17 | 380 | 6.460 | 289 | 144.400 |
| 18 | 100 | 1.800 | 324 | 10.000 |
| 19 | 16 | 304 | 361 | 256 |
| 20 | 0 | 0 | 400 | 0 |
| 21 | 254 | 5.334 | 441 | 64.516 |
| 22 | 0 | 0 | 484 | 0 |
| 23 | 301 | 6.923 | 529 | 90.601 |
| 24 | 197 | 4.728 | 576 | 38.809 |
| 25 | 490 | 12.250 | 625 | 240.100 |
| 26 | 0 | 0 | 676 | 0 |
| 27 | 0 | 0 | 729 | 0 |
| 28 | 362 | 10.136 | 784 | 131.044 |
| 29 | 279 | 8.091 | 841 | 77.841 |
| 30 | 36 | 1.080 | 900 | 1.296 |
| 31 | 0 | 0 | 961 | 0 |
| 32 | 269 | 8.608 | 1.024 | 72.361 |
| 33 | 233 | 7.689 | 1.089 | 54.289 |
| 34 | 72 | 2.448 | 1.156 | 5.184 |
| 35 | 84 | 2.940 | 1.225 | 7.056 |
| 36 | 0 | 0 | 1.296 | 0 |
| 666 | 7.430 | 121.143 | 16.206 | 2.529.112 |

Fuente: Autores.

Promedio \bar{x} = 18,50

Promedio \bar{y} = 206,39

Para hallar los valores correspondientes al periodo 37, reemplazamos las formulas:

$$b = \frac{\sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x^2 - n \bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

$$y = a + b x$$

Fuente: Notas de Clase.

$$b = \frac{(121143) - (36 \times 18,50 \times 206,39)}{16206 - (36 \times (18,50)^2)}$$

$$a = 206,39 - (-4,1989 \times 18,50)$$

$$y = 284,069 + (-4,1989 \times 37)$$

$$b = \frac{-16312,74}{3885}$$

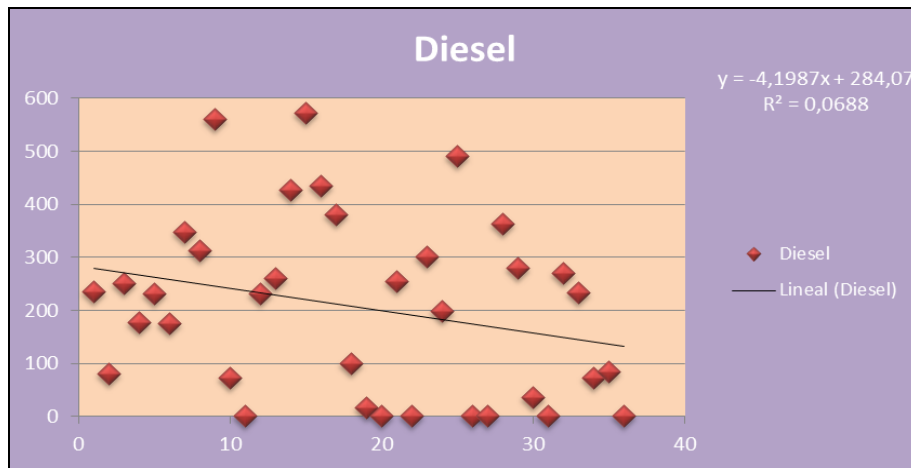
$$a = 206,39 - (-77,679)$$

$$y = 128,71$$

$$b = -4,1989$$

$$a = 284,069$$

Figura 10. Grafico dispersión camisa Diesel



Fuente: Autores.

El grafico nos muestra la dispersión que tiene los datos y a la vez se puede observar que la línea de tendencia de las ventas va en disminución, el pronóstico de ventas de camisas diesel es de 128,71 unidades mensuales, con esta información realizaremos los cálculos necesarios para el flujo de material.

Ahora realizaremos el pronóstico para las camisas gasolina, utilizando las mismas formulas:

Cuadro 14. Información para pronóstico camisa gasolina

| X | Y | XY | X² | Y² |
|----------|----------|-----------|----------------------|----------------------|
| 1 | 9.732 | 9.732 | 1 | 94.711.824 |
| 2 | 10.222 | 20.444 | 4 | 104.489.284 |
| 3 | 10.557 | 31.671 | 9 | 111.450.249 |
| 4 | 8.628 | 34.512 | 16 | 74.442.384 |
| 5 | 8.463 | 42.315 | 25 | 71.622.369 |
| 6 | 8.005 | 48.030 | 36 | 64.080.025 |
| 7 | 7.844 | 54.908 | 49 | 61.528.336 |
| 8 | 11.038 | 88.304 | 64 | 121.837.444 |
| 9 | 9.888 | 88.992 | 81 | 97.772.544 |
| 10 | 10.095 | 100.950 | 100 | 101.909.025 |
| 11 | 10.523 | 115.753 | 121 | 110.733.529 |
| 12 | 7.482 | 89.784 | 144 | 55.980.324 |
| 13 | 9.471 | 123.123 | 169 | 89.699.841 |
| 14 | 10.479 | 146.706 | 196 | 109.809.441 |
| 15 | 9.362 | 140.430 | 225 | 87.647.044 |
| 16 | 10.684 | 170.944 | 256 | 114.147.856 |
| 17 | 12.328 | 209.576 | 289 | 151.979.584 |
| 18 | 9.315 | 167.670 | 324 | 86.769.225 |
| 19 | 13.297 | 252.643 | 361 | 176.810.209 |
| 20 | 10.737 | 214.740 | 400 | 115.283.169 |
| 21 | 9.426 | 197.946 | 441 | 88.849.476 |
| 22 | 10.355 | 227.810 | 484 | 107.226.025 |
| 23 | 9.352 | 215.096 | 529 | 87.459.904 |
| 24 | 6.798 | 163.152 | 576 | 46.212.804 |
| 25 | 10.750 | 268.750 | 625 | 115.562.500 |
| 26 | 10.906 | 283.556 | 676 | 118.940.836 |
| 27 | 10.415 | 281.205 | 729 | 108.472.225 |
| 28 | 6.630 | 185.640 | 784 | 43.956.900 |
| 29 | 9.758 | 282.982 | 841 | 95.218.564 |
| 30 | 9.856 | 295.680 | 900 | 97.140.736 |
| 31 | 10.153 | 314.743 | 961 | 103.083.409 |
| 32 | 6.028 | 192.896 | 1.024 | 36.336.784 |
| 33 | 7.001 | 231.033 | 1.089 | 49.014.001 |

Cuadro 14. (Continuación) Información para pronóstico camisa gasolina

| X | Y | XY | X ² | Y ² |
|------------|----------------|------------------|----------------|----------------------|
| 34 | 11.093 | 377.162 | 1.156 | 123.054.649 |
| 35 | 7.779 | 272.265 | 1.225 | 60.512.841 |
| 36 | 9.274 | 333.864 | 1.296 | 86.007.076 |
| 666 | 343.724 | 6.275.007 | 16.206 | 3.369.752.436 |

Fuente: Autores.

$$\text{Promedio } \bar{x} = 18,50$$

$$\text{Promedio } \bar{y} = 9.547,89$$

Para hallar los datos del periodo 37, reemplazamos las formulas:

$$b = \frac{\sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x^2 - n \bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

$$y = a + b x$$

Fuente: Notas de Clase.

$$b = \frac{(6275007) - (36 \times 18,50 \times 9547,89)}{16206 - (36 \times (18,50)^2)}$$

$$a = 9547,89 - ((-21,59) \times 18,50)$$

$$y = 9947,305 + (-21,59 \times 37)$$

$$b = \frac{-83887,74}{3885}$$

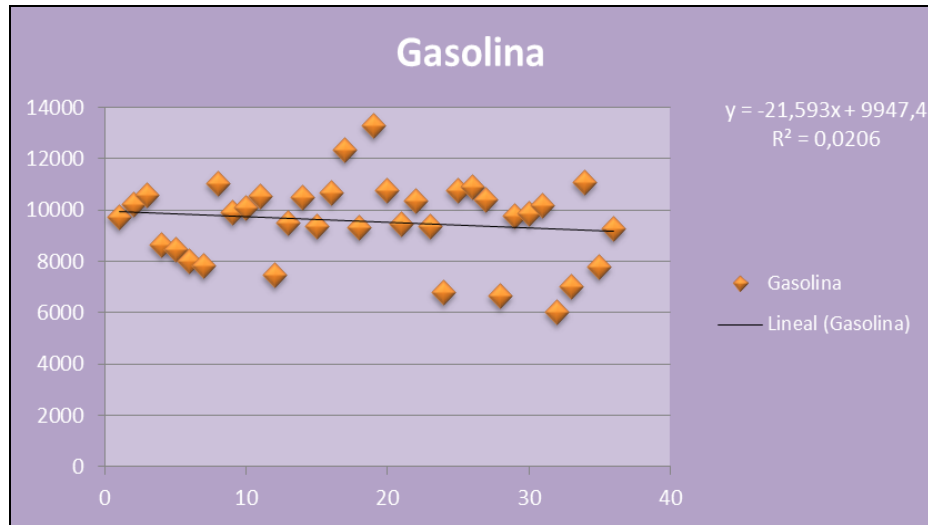
$$a = 9547,89 - (-399,415)$$

$$y = 9148,48$$

$$b = -21,59$$

$$a = 9947,305$$

Figura 11. Grafico dispersión camisa Gasolina



Fuente: Autores.

El pronóstico de ventas de camisas gasolina es de 9148,48 unidades mensuales, con esta información realizaremos los cálculos para mirar cual es el volumen de producción que se presupuesta para cada una de las aleaciones que se fabrican.

Cuadro 15. Volumen de producción

| PRODUCTO | | VOLUMEN | |
|----------------|------------------------|------------------|----------------|
| Pronostico | Específico | Volumen Original | Volumen en (%) |
| 9148,459 | Camisa Gasolina Ruta A | 4574,23 | 49,31 |
| | Camisa Gasolina Ruta B | 4574,23 | 49,31 |
| 128,72 | Camisa Diesel | 128,72 | 1,39 |
| TOTALES | | 9277,18 | 100,00 |

Fuente: Autores.

Como el total de camisas gasolinas halladas en el pronostico es de 9148,459 unidades, estas las dividimos en dos de acuerdo a la clasificación que hemos realizado con anterioridad de Ruta A y Ruta B, lo que nos arroja que en cada máquina se puede pronosticar un volumen de 4574,23 unidades, donde cada una representa el 49,31% de la producción mensual de gasolina. La camisa diesel solo

tiene una ruta de fabricación por ello se toma el valor exacto del pronostico 128,72 unidades y representa el 1,39% de la producción mensual.

7.2.2 Información de producción. Al analizar el proceso de producción y con parte de la información presentada anteriormente, se puede deducir que la distribución es por procesos. Ahora se estudiarán los flujos de material, el volumen, lo cual nos arrojará datos sobre las proximidades de ciertas áreas de trabajo, lo que nos ayudará más adelante en la toma de decisiones.

Para crear los cuadros necesitamos conocer cuáles son los volúmenes de producción que se manejan, estos datos son extraídos de las hojas de producción que cada operario diligencia durante su jornada laboral, para una mejor apreciación las resumiremos en la siguiente imagen.

Cuadro 16. Unidades fabricadas por maquina

| CAMISA GASOLINA | | |
|-------------------|-------------------|--------------|
| MAQUINA | UNIDADES POR HORA | MANO DE OBRA |
| TORNO CNC-2 | 22 | 1 OPERARIO |
| TORNO CNC-3 | 16 | 1 OPERARIO |
| RECTIFICADORA R-1 | 40 | 1 OPERARIO |
| RECTIFICADORA R-2 | 35 | 1 OPERARIO |
| CONTROL FINAL | 40 | 1 OPERARIO |
| EMPAQUE | 80 | 1 OPERARIO |

| CAMISA DIESEL | | |
|----------------|-------------------|--------------|
| MAQUINA | UNIDADES POR HORA | MANO DE OBRA |
| TORNO CNC-3 | 9 | 1 OPERARIO |
| BRUÑIDORA | 4 | 1 OPERARIO |
| TORNO COPIADOR | 14 | 1 OPERARIO |
| CONTROL FINAL | 15 | 1 OPERARIO |
| EMPAQUE | 40 | 1 OPERARIO |

Fuente: Registros de Producción, empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda.

En esta etapa del análisis también se tiene en cuenta la secuencia de operaciones y el flujo de los materiales.

Tabla 7. Matriz de origen y destino

| CAMISA GASOLINA | | | CAMISA DIESEL | | |
|-----------------|---|---------------|---------------|---|---------------|
| ORIGEN | | DESTINO | ORIGEN | | DESTINO |
| PATIO | → | TORNO CNC | PATIO | → | TORNO CNC |
| TORNO CNC | → | RECTIFICADORA | TORNO CNC | → | BRUÑIDORA |
| RECTIFICADORA | → | CONTROL FINAL | BRUÑIDORA | → | T. COPIADOR |
| CONTROL FINAL | → | EMPAQUE | T. COPIADOR | → | CONTROL FINAL |
| EMPAQUE | → | DESPACHO | CONTROL FINAL | → | EMPAQUE |
| | | | EMPAQUE | → | DESPACHO |

Fuente: Secuencia del Proceso, empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda.

Con estos datos, se puede pasar al siguiente cuadro donde relacionaremos las unidades fabricadas en cada una de las maquinas; en la empresa actualmente se tienen lotes de diferentes unidades, como mínimo se programan lotes de 12 unidades, para el cuadro que representaremos a continuación supondremos que el lote de producción de camisa gasolina es de 150 unidades y para las camisas diesel utilizaremos lotes correspondientes a las unidades encontradas en el pronostico que es de 128,72.

Antes y después de que las camisas pasen por cada una de las maquinas se tienen zonas de almacenamiento, donde se dejan las unidades mientras pasan al otro proceso, por ello realizaremos la siguiente tabla de siglas con las cuales identificaremos las diferentes áreas y maquinaria.

Tabla 8. Identificación de las áreas

| Nombre | Inicial | Ubicación |
|-------------------------------|---------|--------------|
| Abastecer Tornos | AT | Primer Piso |
| Torno CNC-2 | CNC-2 | Primer Piso |
| Torno CNC-3 | CNC-3 | Primer Piso |
| Zona Almacenamiento Terminado | ZAT | Segundo Piso |
| Bruñidora B-1 | B-1 | Segundo Piso |
| Torno Copiador | TC | Segundo Piso |

Tabla 8. (Continuación) Identificación de las áreas

| Nombre | Inicial | Ubicación |
|---------------------------|----------------|------------------|
| Rectificadora R-1 | R-1 | Segundo Piso |
| Rectificadora R-2 | R-2 | Segundo Piso |
| Control Final | CF | Segundo Piso |
| Almacenamiento Empaque | AE | Segundo Piso |
| Empaque | E | Segundo Piso |

Fuente: Autores.

En el siguiente cuadro representaremos de forma lineal el recorrido de material que pasa a través de cada una de las maquinas, llega a las zonas de almacenamiento y así sucesivamente hasta estar terminada, es combinar la información del cuadro 16, siguiendo el flujo señalado en el Tabla 7 y utilizando las iniciales reseñadas en la Tabla 8, con esto miraremos cual es el volumen que se mueve a cada área, para ello lo hemos señalado las letras y los colores según el piso en que este ubicada la maquinaria.

Cuadro 17. Secuencia de producción.

| SECUENCIA (Unidades / Hora) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|--------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|
| Ubicación | AT | CNC-2 | CNC-3 | ZAT | B-1 | ZAT | TC | R-1 | R-2 | ZAT | CF | AE | E |
| Ruta A | 150 | - | 16 | 150 | - | - | - | 40 | - | 150 | 40 | 150 | 80 |
| Ruta B | 150 | 22 | - | 150 | - | - | - | - | 35 | 150 | 40 | 150 | 80 |
| Diesel | 129 | - | 9 | 129 | 4 | 129 | 14 | - | - | 129 | 15 | 129 | 40 |

Fuente: Autores.

En el cuadro anterior detallamos las unidades que se fabrican por hora en cada una de las maquinas, cada renglón corresponde a una ruta de fabricación, estos datos nos llevan a preguntarnos cual es porcentaje del material que se tiene represado antes de ser procesado, sí se presenta un cuello de botella y el porcentaje que este representaría en cada una de las maquinas, por eso creamos el siguiente cuadro.

Cuadro 18. Porcentaje de material represado.

| Porcentaje Material Represado | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-------|-------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|
| Ubicación | AT | CNC-2 | CNC-3 | ZAT | B-1 | ZAT | TC | R-1 | R-2 | ZAT | CF | AE | E |
| Ruta A | 150 | - | 89 | - | - | - | - | 73 | - | - | 73 | - | 47 |
| Ruta B | 150 | 85 | - | - | - | - | - | - | 77 | - | 73 | - | 47 |
| Diesel | 129 | - | 93 | - | 97 | - | 89 | - | - | - | 88 | - | 69 |

Fuente: Autores.

Esto representa unos altos porcentajes de materia en inventario durante todo el proceso de fabricación, lo que también ayuda a que los espacios de almacenamiento sean bastante grandes o representen una gran área dentro de la distribución de la planta.

En el siguiente matriz miraremos cual es volumen en porcentaje que representa el material que pasa a cada una de las áreas y de allí podremos mirar cuales son las áreas más congestionadas, esta nos da una pauta para priorizar proximidades.

Cuadro 19. Matriz de Volumen y Relación

| | MATRIZ DE VOLUMEN (En porcentaje) | | | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-----|-----|-----|-------|
| | AT | CNC-2 | CNC-3 | ZAT | B-1 | TC | R-1 | R-2 | CF | AE | E | Total |
| AT | | 49,31 | 50,70 | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 |
| CNC-2 | - | | - | 49,31 | - | - | - | - | - | - | - | 49 |
| CNC-3 | - | - | | 50,70 | - | - | - | - | - | - | - | 51 |
| ZAT | - | - | - | | 1,39 | 1,39 | 49,31 | 49,31 | 100 | - | - | 201 |
| B-1 | - | - | - | 1,39 | | - | - | - | - | - | - | 1 |
| TC | - | - | - | 1,39 | - | | - | - | - | - | - | 1 |
| R-1 | - | - | - | 49,31 | - | - | | - | - | - | - | 49 |
| R-2 | - | - | - | 49,31 | - | - | - | | - | - | - | 49 |
| CF | - | - | - | - | - | - | - | - | | 100 | - | 100 |
| AE | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | 100 | 100 |
| E | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | 0 |
| Total | 0 | 49 | 51 | 201 | 1 | 1 | 49 | 49 | 100 | 100 | 100 | 703 |

Fuente: Autores.

De esta matriz se extrae la necesidad de proximidad de las áreas de trabajo, por lo tanto organizaremos de mayor a menor los resultados obtenidos y así nos daremos cuenta cuales son las áreas con mayor flujo o volumen de producción.

Tabla 9. Porcentaje relación entre áreas

| Relación | % |
|--------------------|----------|
| ZAT - CF | 100 |
| CF - AE | 100 |
| AE - E | 100 |
| AT - CNC-3 | 50,7 |
| CNC-3 - ZAT | 50,7 |
| AT - CNC-2 | 49,31 |
| CNC-2 - ZAT | 49,31 |
| ZAT - R-1 | 49,31 |
| ZAT - R-2 | 49,31 |
| R-1 - ZAT | 49,31 |
| R-2 - ZAT | 49,31 |
| ZAT - B-1 | 1,39 |
| ZAT - TC | 1,39 |
| B-1 - ZAT | 1,39 |
| TC - ZAT | 1,39 |

Fuente: Autores.

Las zonas de mayor relación en contraste con el volumen son las que encontramos con un porcentaje de 100, estas son: zona almacenamiento terminado con control final, Control final con almacenamiento de empaque, almacenamiento de empaque con empaque, ya que independiente de la ruta o la aleación (diesel y gasolina), todas las camisas pasan por estas áreas, son zonas comunes para ellas, de aquí también destacamos la importancia que tienen las zonas de almacenamiento para la propuesta.

7.2.3 Requerimientos de espacio. En este punto tocaremos el tema del tamaño de cada una de las áreas que actualmente ocupa la maquinaria y los elementos que ellas poseen, (como se muestra en los anexos). Con estos datos nos daremos cuenta cual es el espacio requerido para cada área y si se podrá hacer algún tipo de distribución irreal para luego ser adoptada a la forma real y tamaño que tiene el edificio.

Cuadro 20. Espacio físico de la maquinaria

| MAQUINA | ELEMENTO | LARGO metros | ANCHO metros | ALTO metros | ÁREA m² | TOTAL m² |
|-------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|
| Torno CNC-3 | Maquina | 4,30 | 1,90 | 2,00 | 8,17 | 16,32 |
| | Mesa | 1,00 | 0,65 | 0,80 | 0,65 | |
| | Recipiente | 0,25 | 0,43 | 0,58 | 0,11 | |
| | Espacio Operario | 4,30 | 1,00 | 0,00 | 4,30 | |
| | Zona | 1,90 | 1,10 | 0,16 | 2,09 | |
| | Adicional | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | |
| | Caneca | 0,59 | 0,00 | 0,90 | 0,00 | |
| Torno CNC-2 | Maquina | 4,00 | 1,80 | 2,00 | 7,20 | 23,59 |
| | Mesa | 0,98 | 1,18 | 0,80 | 1,16 | |
| | Recipiente | 0,28 | 0,50 | 0,58 | 0,14 | |
| | Espacio Operario | 4,00 | 1,00 | 0,00 | 4,00 | |
| | Zona almacenamiento bruto | 4,00 | 2,00 | 0,00 | 8,00 | |
| | Zona almacenamiento terminado | 1,90 | 1,10 | 0,16 | 2,09 | |
| | Adicional | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | |
| | Caneca | 0,59 | 0,00 | 0,90 | 0,00 | |
| Rectificadora R-1 | Maquina | 2,30 | 1,30 | 1,70 | 2,99 | 5,01 |
| | Mesa | 1,00 | 0,85 | 0,87 | 0,85 | |
| | Espacio Operario | 1,20 | 0,60 | 0,16 | 0,72 | |
| | Tanque Rectisol | 0,90 | 0,50 | 0,48 | 0,45 | |
| Rectificadora R-2 | Maquina | 2,82 | 1,50 | 1,85 | 4,23 | 6,19 |
| | Mesa | 1,00 | 0,87 | 0,89 | 0,87 | |
| | Espacio Operario | 1,20 | 0,56 | 0,19 | 0,67 | |
| | Tanque Rectisol | 0,60 | 0,70 | 0,20 | 0,42 | |
| Bruñidora B-1 | Maquina | 1,75 | 1,20 | 3,50 | 2,10 | 3,47 |
| | Tanque Kerosene | 0,70 | 0,50 | 0,20 | 0,35 | |
| | Motor | 0,60 | 0,50 | 0,30 | 0,30 | |
| | Espacio Operario | 1,20 | 0,60 | 0,12 | 0,72 | |
| Torno Copiador | Maquina | 2,57 | 1,20 | 1,50 | 3,08 | 6,95 |
| | Recolector Limalla | 1,07 | 0,75 | 0,80 | 0,80 | |
| | Espacio Operario | 2,57 | 1,00 | 0,00 | 2,57 | |
| | Mesa | 0,81 | 0,61 | 0,90 | 0,49 | |

Cuadro 20. (Continuación) Espacio físico de la maquinaria

| MAQUINA | ELEMENTO | LARGO metros | ANCHO metros | ALTO metros | ÁREA m² | TOTAL m² |
|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Control Final | Mesa | 1,76 | 0,90 | 0,85 | 1,58 | 7,58 |
| | Zona de Almacenamiento | 3,00 | 1,70 | 0,05 | 5,10 | |
| | Platina | 1,00 | 0,90 | 0,87 | 0,90 | |
| Empaque | Mesa | 1,50 | 1,12 | 1,92 | 1,68 | 11,40 |
| | Zona de Almacenamiento | 5,40 | 1,80 | 1,70 | 9,72 | |
| Moldes | Torno Moldes | 6,00 | 1,70 | 1,70 | 10,20 | 10,50 |
| | Mesa | 0,72 | 0,42 | 1,00 | 0,30 | |
| Total | | 71,76 | 36,44 | 30,63 | 91,01 | 91,01 |

Fuente: Instalaciones físicas de la empresa Fundiciones Espitia y CIA Ltda.

El total del área es de 91,01 m², representado por el espacio entre el primer y segundo piso, en este total cada área tiene un porcentaje de espacio el cual describiremos a continuación.

Tabla 10. Porcentaje de espacio físico real por área

| Zona | % |
|--------------|----------|
| CNC-2 | 25,92 |
| CNC-3 | 17,93 |
| R-1 | 5,50 |
| R-2 | 6,80 |
| B-1 | 3,81 |
| TC | 7,64 |
| ZAT | 5,60 |
| CF | 2,73 |
| AE | 10,68 |
| E | 1,85 |

Fuente: Autores.

El área del torno CNC-2 ocupa el 25% del área total, porque en este lado hay un espacio amplio de almacenamiento de producto en proceso, el torno CNC-3 ocupa el 17,93% ya que su área de almacenamiento es un poco más pequeña, el área

de empaque cuenta con el 10,68% allí es donde se ubica una buena cantidad de la producción que va a ser empacada y luego despachada.

7.2.4 Requerimiento de tiempos. En una distribución de planta también es importante reconocer las necesidades de tiempo, para ver que posibles combinaciones se pueden hacer, por lo tanto se utilizan los tiempos estándar, con los que se fabrican las piezas para ello las organizamos de la siguiente manera:

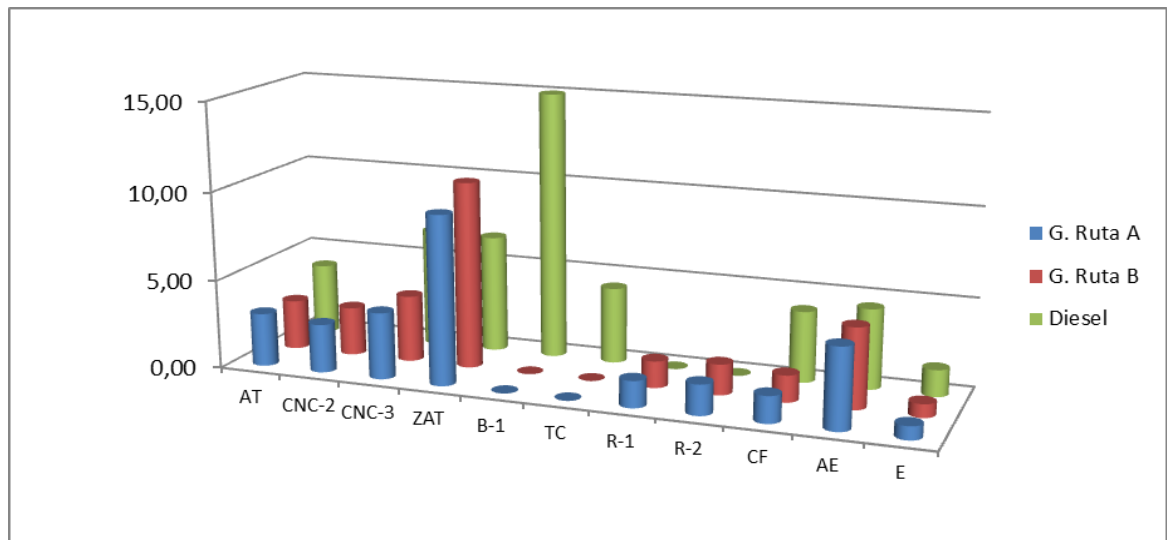
Cuadro 21. Combinación de rutas y maquinas

| Camisa | AT | CNC-2 | CNC-3 | ZAT | B-1 | TC | R-1 | R-2 | CF | AE | E |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| G. Ruta A | 3,00 | 2,73 | 3,75 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 1,71 | 1,50 | 4,50 | 0,75 |
| G. Ruta B | 2,80 | 2,73 | 3,75 | 10,50 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 1,71 | 1,50 | 4,50 | 0,75 |
| Diesel | 4,00 | 0,00 | 6,67 | 6,60 | 15,00 | 4,29 | 0,00 | 0,00 | 4,00 | 4,50 | 1,50 |

Fuente: Autores.

De la anterior tabla se busca obtener una relación de producción entre los productos de tal manera que los tiempos muertos sean nulos, para ello la gráfica siguiente nos servirá como guía:

Figura 12. Grafico de combinación de operaciones



Fuente: Autores.

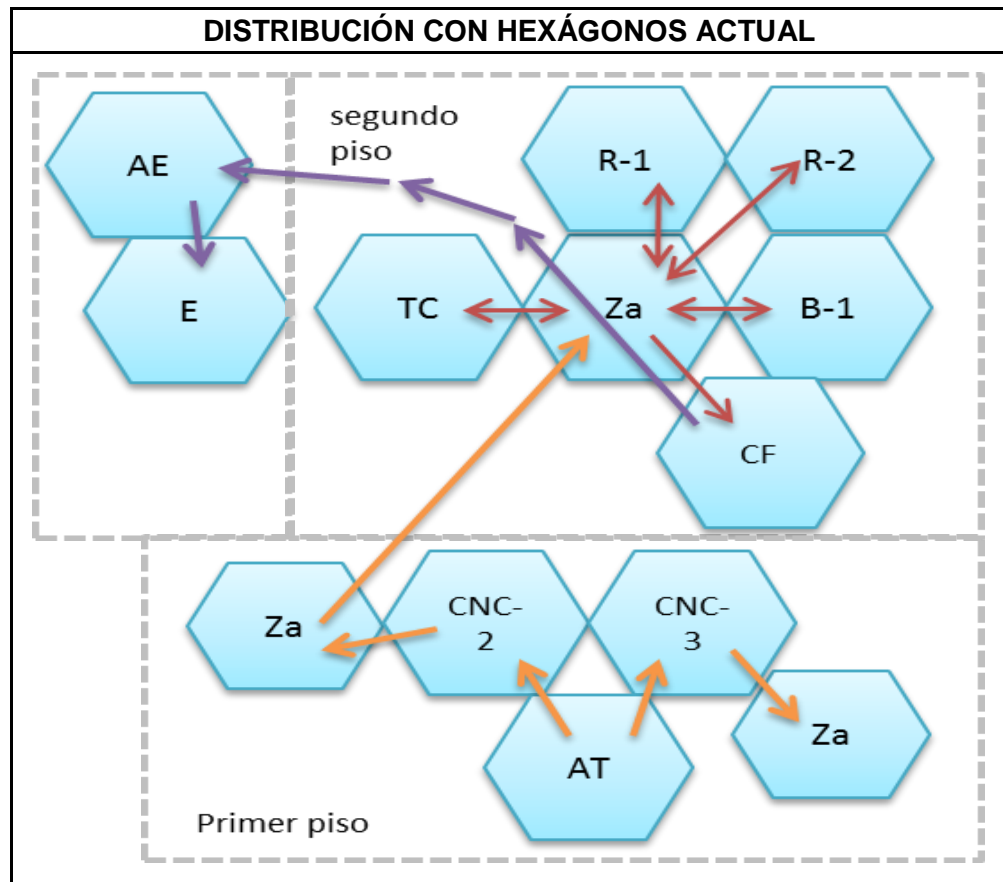
Lo que podemos observar en este grafico es como al combinar las operaciones, las zonas de abastecimiento sirven para los dos productos, al igual que las operaciones de Control Final, Empaque y despacho, la camisa gasolina puede ser rectificada en cualquiera de las dos maquinas, hay dos maquinas que solo se utilizan cuando se fabrica camisa diesel (Bruñidora y Torno Copiador), entre estos dos la bruñidora tiene tiempo de fabricación muy alto lo que alarga el ciclo de producción; con respecto a las combinaciones miramos que si logramos modificar las zonas o áreas de abastecimiento atacaríamos factores importantes como la disminución de la manipulación del material y se generaría una mejora sustantiva en el desempeño del operario que realiza estas operaciones ya que sus desplazamientos serán mas cortos y generaran un poco de valor a la transformación de producto.

7.2.5 Propuesta de distribución. Hay varios métodos o gráficos para hacer esta operación a la cual inicialmente se le llama tanteo, en este caso utilizaremos figuras de hexágonos con las que representaremos el espacio actual y realizaremos una distribución imaginaria que nos acercara a la posible solución.

En la situación actual la distribución de la planta cuenta con muchas zonas de abastecimiento, los tornos y otras maquinas se encuentran dispersas, lo que en algunos casos genera retrocesos y espacios subutilizados, lo que brinda la oportunidad de tener una alta contaminación visual por el desorden que generan estos espacios disponibles, los cuales son utilizados para ubicar cualquier objeto o herramienta que no hace parte de proceso, y aun no se le ha asignado un lugar especifico entre la misma. Se observa que el proceso sufre un retroceso ya que inicia en el primer piso, pasa al segundo piso y de allí se devuelve al primer piso nuevamente, es por ello que analizamos que se puede hacer para que estos transportes disminuyan un poco y las maquinas estén un poco mas cerca de acuerdo con a secuencia del proceso.

A continuación se presenta dicha situación mediante un diagrama de hexágonos:

Figura 13. Distribución Actual con Hexágonos

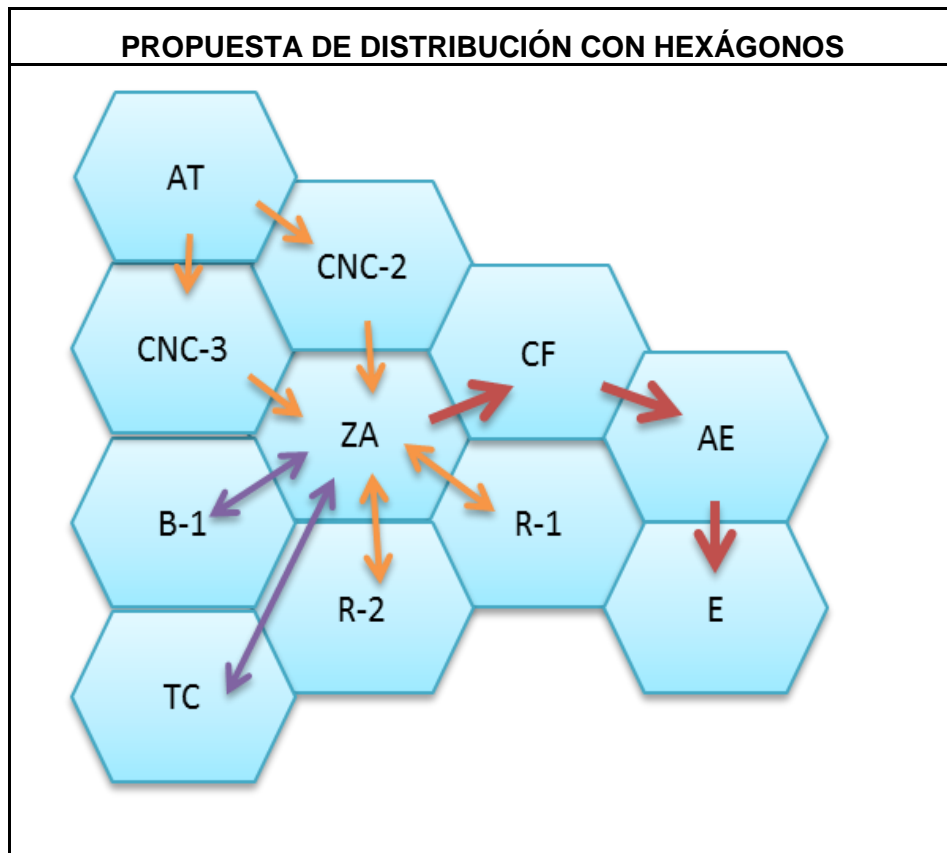


Fuente: Autores.

Aquí queda plasmada la situación actual de la planta, es la que vamos a intervenir para generar nuestra propuesta, por ello pasaremos a la siguiente figura donde se mira gráficamente cual sería la estructura ideal para este proceso.

La propuesta inicial es centralizar la zona de almacenamiento, de tal manera que se agilicen flujos de material, eliminando los grandes recorridos de abastecimiento, por lo que se debe buscar que la distribución de planta tienda a la siguiente estructura:

Figura 14. Distribución Ideal con Hexágonos



Fuente: Autores.

En este caso se plantea una distribución de única planta en la cual se puede generar una sola zona de almacenamiento de donde se abastezcan cada una de las maquinas, pero para ello necesitaríamos un área mayor la cual no se tiene actualmente, es por esto que basados en esta distribución imaginaria adaptaremos la maquinaria al espacio actual del edificio tratando de conservar este esquema.

De acuerdo con los anteriores análisis resta aterrizar los resultados a la planta real por lo que se sugiere ubicar las maquinas de desbaste y terminado en el primer piso y dejar la zona de control final, empaque en el segundo piso a la vez que se crea el almacén de producto terminado, con esta propuesta se debe pensar en la reubicación de la zona de los baños y lavamos, esta se ha pensado en ubicarla en el sótano o dividir el área actual de las oficinas y pasar allí este servicio, ya esto se

determinara de acuerdo a la opinión de la parte administrativa, pero nosotros sugeriríamos tener esta área en el sótano.

Los procesos de algunas rutas están automatizados en parte, pero los recorridos no, esto implica desplazamientos extras de operarios, que se pueden evitar con bandas transportadoras o en este caso con malacates o ascensores, lo que implica una mayor organización en el almacenamiento de las camisas, esto en cuanto se refiere a unificar los espacios, problema antes mencionado.

7.5.2.1 Distribución primer piso. En el primer piso se propone ubicar la maquinaria de la siguiente forma:

- ✓ Torno Desbaste CNC-2.
- ✓ Torno Desbaste CNC-3.
- ✓ Rectificadora R-1.
- ✓ Rectificadora R-2-
- ✓ Bruñidora B-1.
- ✓ Torno Copiador.
- ✓ Zonas de almacenamiento.

Con esta nueva ubicación de la maquinaria se tendría mas cerca los procesos de desbaste y terminado de los dos tipos de camisas que fabricamos (gasolina y diesel), lo que permite tener recorridos mas cortos entre procesos, tratando de generar un mejor flujo entre los mismos, de igual forma la zona donde van a quedar ubicadas las rectificadoras, la loza o plancha cuenta con un espacio por donde se puede hacer el montaje de un malacate y de esta forma subir las camisas al segundo piso y viceversa.

En el área de los tornos de desbaste se cada uno tendrá su zona de almacenamiento y en la parte donde se ubicara la zona de terminado se tendrá una sola área de almacenamiento para surtir todas estas maquinas y de este lugar ser desplazadas al segundo piso.

7.5.2.2 Distribución segundo piso. En el segundo piso se propone ubicar las siguientes áreas de trabajo:

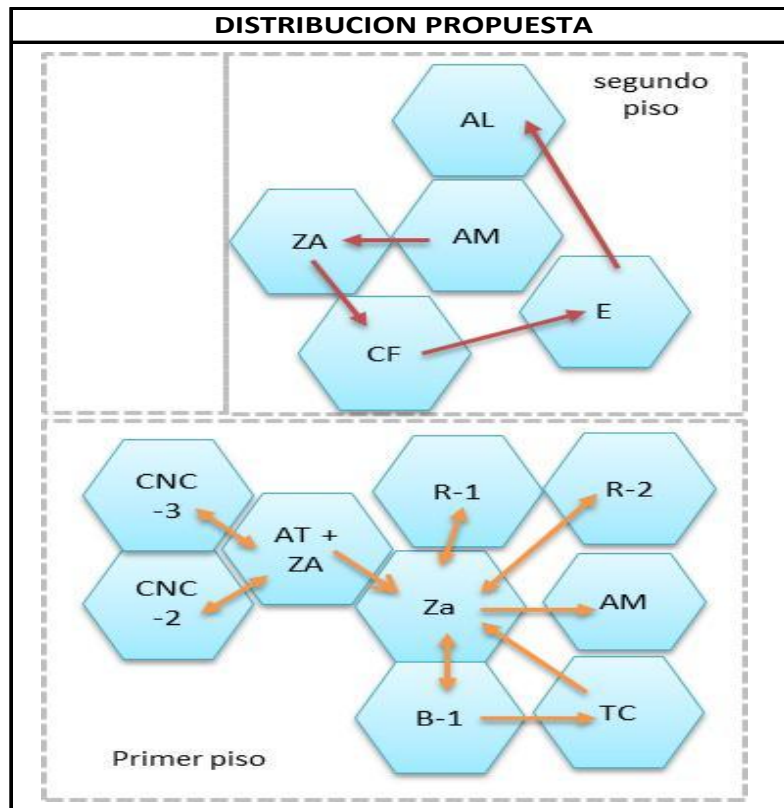
- ✓ Control Final.
- ✓ Empaque.
- ✓ Bodega Almacenamiento (nuevo).
- ✓ Oficinas.

Las camisas son subidas por el malacate, se descargan en la zona de almacenamiento de allí pasan a la mesa de control final (la cual puede quedar donde esta actualmente), a un costado de está se puede ubicar la mesa de empaque y de allí pasar las cajas de producción empacada a una nueva zona de almacenamiento, crear una pequeña bodega que nos permita almacenar las cajas con producción terminada hasta el momento del despacho, de esta forma se sacaría de la oficina la parte de almacenamiento y este lugar será destinado únicamente a labores administrativas.

Adicional a estos cambios se propone el cambio de los servicios sanitarios para el sótano y de esta forma tratar que este lugar se mantenga un poco más organizado y cada uno acceda a esta prestación.

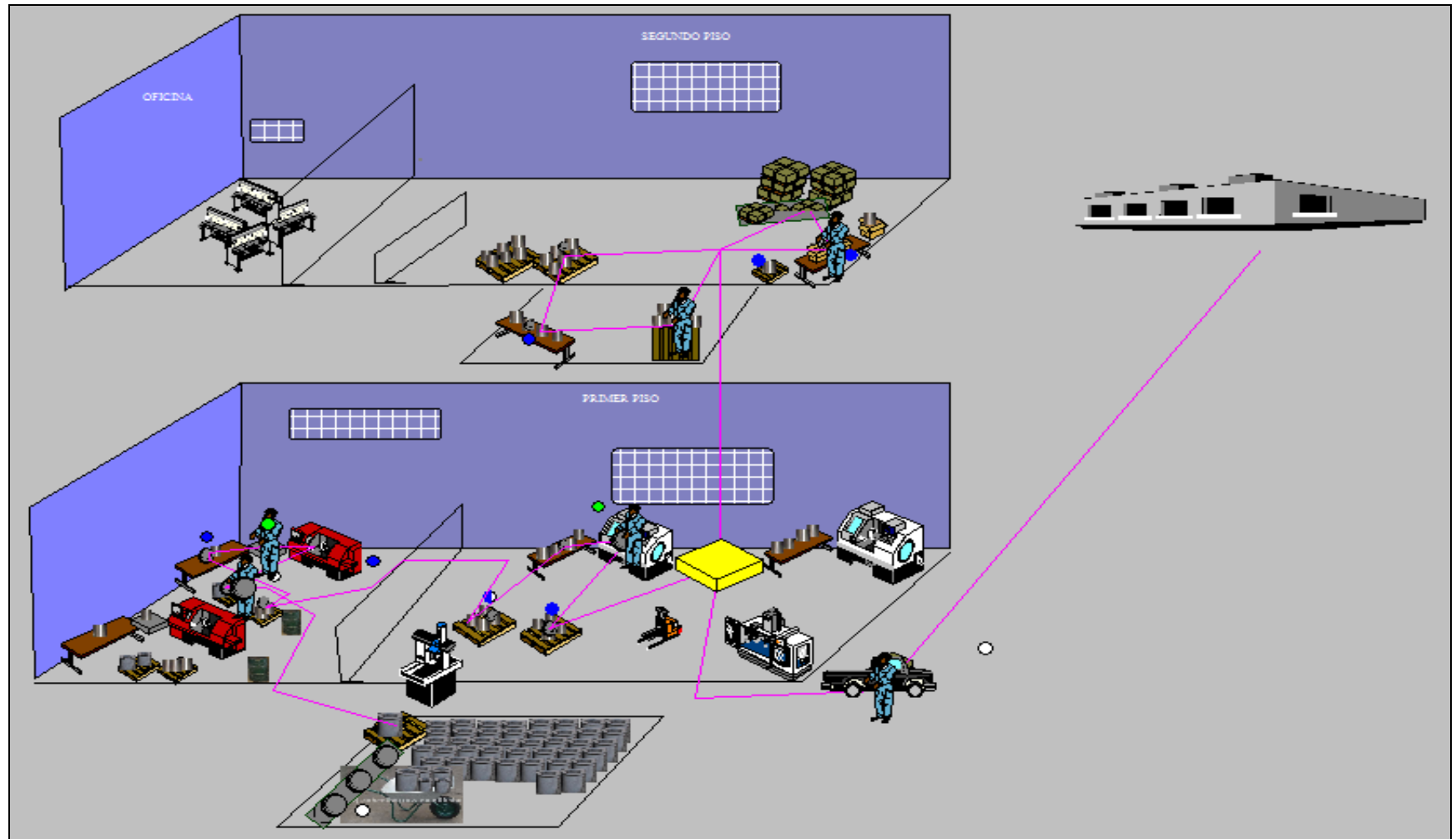
Para lograr una visión mas clara de esta propuesta se representara en el diagrama con los hexágonos para que de esta forma se pueda hacer una comparación del antes y después de dicha situación, adicional a este se tiene el diagrama de recorrido en el cual se ubicaran las actividades correspondientes a la fabricación de la camisa gasolina ruta A, de esta forma poder observar la nueva distribución de los símbolos.

Figura 15. Distribución Propuesta con Hexágonos



Según el espacio disponible tratamos de adaptar la distribución de la figura 13, al área real de la planta, copiando la importancia de tener zonas de almacenamiento comunes que permitan manejar mucho más fácil el producto.

Figura 17. Layout distribución propuesta



7.2.6 Beneficios de la propuesta. Ahora analizaremos cualitativa y cuantitativamente los beneficios que obtendrá la empresa con la implementación de esta propuesta.

Por medio de tanteo se calcula la cantidad de metros que disminuye el transporte actual con respecto a los transportes que se dan en la distribución propuesta, para ello se realizó la siguiente clasificación de zonas y sus respectivos valores:

Tabla 11. Distancias recorridas con la propuesta

| Trasporte | Recorrido m | Ubicación |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Abastecer Torno CNC-3 | 14,3 | Primer Piso |
| Operación Desbaste | 5,5 | Primer Piso |
| Abastecer Rectificadora R-1 | 5,5 | Primer Piso |
| Operación Rectificado R-1 | 4,8 | Primer Piso |
| Cargar y subir por el malacate | 3 | Segundo Piso |
| Descargar zona de almacenamiento | 1,5 | Segundo Piso. |
| Control Final | 4,7 | Segundo Piso. |
| Empaque | 4,4 | Segundo Piso. |
| Despacho | 18,37 | Segundo – Primer Piso |

Con estos valores se obtiene un total de 62,07 metros por unidad, comparado con el recorrido actual que es de 97,92 metros, se logra una disminución de 35,22 metros, en porcentaje representa un 36%.

Al acortar los metros por recorridos también se espera una rebaja en los tiempos que se emplean para la realización de dichas operaciones al igual que los costos, con un juicio a priori se logra calcular teóricamente que la merma sería de \$923 por unidad y el tiempo sería de 0,25 horas por camisa, si valoramos esto para un lote de 100 unidades se estaría ahorrando \$92300 en manipulación, ello relacionado con la proyección de ventas que espera sea de 9478 unidades, se puede hablar de un ahorro significativo en ambos aspectos.

Los beneficios cualitativos:

✓ Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores, porque al presentarse menos recorridos, el personal operativo está disminuyendo la probabilidad de sufrir algún tipo de accidente al manipular las canastas con camisas por las escalas.

✓ Ahorro del área ocupada en el primer piso, porque en el mismo espacio se ubicaron 4 centros de trabajo, maximizando la utilización del espacio, en el segundo piso se crea una zona de almacenamiento de producto terminado el cual no se tiene actualmente.

✓ Reducción del manejo de materiales, porque se mejoran las zonas de almacenamiento y se utiliza ayuda mecánica para hacer el cargue del producto al segundo piso para las operaciones de control final y empaque y de esta misma forma, se hace el retorno de la producción para ser despachada a los clientes.

✓ Disminución del trabajo administrativo, al tener el proceso más cerca, se evita el estar transitando del primer al segundo piso, haciendo la entrega de las programaciones, herramientas de trabajo y en la recolección de la información para la actualización de los documentos de producción.

✓ Satisfacción de los operarios al mejorar las condiciones laborales, porque al disminuir los recorridos se ve la reducción en el desgaste físico que ellos realizan para el abastecimiento de los diferentes procesos y menor peso cargado al tener la ayuda mecánica, lo que nos ayuda a reducir las enfermedades lumbares en el largo tiempo.

✓ Mejora en la supervisión visual, ya que no va a contar con espacios donde se puedan colocar elementos o herramientas que no correspondan al proceso, por ello se presentara una privación significativa del desorden.

✓ Almacenamiento adecuado, al generarse un solo lugar de acumulación del producto en inventario y del que va a ser despachado, controlando de esta forma las camisas terminadas que se tendrán en este lugar.

7.3 SIMULACION

Como complemento a la propuesta se realizara simulación del proceso por medio del programa Promodel, en este se presentará el recorrido correspondiente a la fabricación de camisa gasolina ruta A, en áreas de trabajo propio a la situación actual y el posible recorrido con la situación propuesta, de estos programas se extraerá los informes estadísticos que arrojan y se adjuntaran en el presente trabajo.

Para obtener más información acerca de cómo se diseño el programa de la distribución actual y su respectivo Layout:

Figura 18. Programación en Promodel simulación de la distribución Actual.

```

*****
*
*                               Formatted Listing of Model:
*                               I:\TRABAJO DE GRADO\PROMODEL\ACTUAL\distribucion actual.MOD
*
*****

Time Units:                      Minutes
Distance Units:                   Meters

*****
*                               Locations
*
*****

Name          Cap      Units  Stats      Rules      Cost
-----
torno          1         1      Time Series  Oldest, ,
rectificadora 1         1      Time Series  Oldest, ,
camisa2        inf        1      Time Series  Oldest, ,
desbastada    inf        1      Time Series  Oldest, ,
rectificar    inf        1      Time Series  Oldest, ,
revisada      1         1      Time Series  Oldest, ,
empacar       inf        1      Time Series  Oldest, ,
transporte    inf        1      Time Series  Oldest, ,
mesa1         1         1      Time Series  Oldest, ,
gris          1         1      Time Series  Oldest, ,
mesa2         inf        1      Time Series  Oldest, ,
rectificada   inf        1      Time Series  Oldest, ,
controlf      1         1      Time Series  Oldest, ,
mesaemp       2         1      Time Series  Oldest, ,
cola_patio    INFINITE  1      Time Series  Oldest, FIFO,
cola_cajas    INFINITE  1      Time Series  Oldest, FIFO,
destino       1         1      Time Series  Oldest, ,

```


Figura 18. (Continuación) Programación en Promodel simulación de la distribución Actual.

```

*****
*                               Entities                               *
*****
Name      Speed (mpm)  Stats      Cost
-----
caja_camisa 150      Time Series
camisa      150      Time Series

*****
*                               Path Networks                          *
*****
Name      Type      T/S      From  To  BI  Dist/Time  Speed Factor
-----
ruta_camisa  Passing  Speed & Distance
N1      N2      Uni  66.52      1
N2      N3      Uni  9.84      1
N3      N4      Uni  19.36     1
N4      N5      Uni  9.31      1
N5      N6      Uni  22.84     1
N6      N7      Uni  173.65    1
N7      N8      Uni  12.14     1
N8      N9      Uni  9.25      1
N9      N10     Uni  23.34    1
N10     N11     Uni  25.40    1
N11     N12     Uni  17.11    1
N12     N13     Uni  63.80    1
N13     N14     Uni  7.00     1
N14     N15     Uni  17.78    1
N15     N1      Uni  120.53   1
N6      N2      Bi   25.34    1
N7      N10     Bi   6.70     1
N15     N13     Bi   13.98    1
N1      N16     Bi   66.18    1
N16     N2      Bi   14.89    1
N15     N9      Bi   48.50    1
N17     N11     Bi   20.25    1
ruta_transporte Passing  Speed & Distance N1      N2      Bi   65.92    1

```

Figura 18. (Continuación) Programación en Promodel simulación de la distribución Actual.

```

*****
*                                     *
*                               Interfaces                               *
*                                     *
*****

```

| Net | Node | Location |
|-----------------|------|---------------|
| ----- | | |
| ruta_camisa | N2 | camisa2 |
| | N3 | torno |
| | N4 | gris |
| | N5 | mesa1 |
| | N6 | desbastada |
| | N7 | rectificar |
| | N8 | rectificadora |
| | N9 | mesa2 |
| | N10 | rectificada |
| | N11 | controlf |
| | N12 | revisada |
| | N13 | empacar |
| | N14 | mesaemp |
| | N1 | cola_patio |
| | N16 | transporte |
| | N15 | cola_cajas |
| ruta_transporte | N1 | transporte |
| | N2 | destino |

Figura 18. (Continuación) Programación en Promodel simulación de la distribución Actual.

```

*****
*                               Mapping                               *
*****

```

| Net | From | To | Dest |
|-------------|------|-----|------|
| ruta_camisa | N2 | N16 | |
| | N6 | N2 | |
| | N7 | N8 | |
| | N9 | N15 | |
| | N10 | N7 | |
| | N15 | N1 | |
| | N16 | N1 | |
| | N1 | N2 | |
| | N16 | N2 | |
| | N2 | N3 | |
| | N2 | N6 | |
| | N6 | N7 | |
| | N9 | N10 | |
| | N15 | N9 | |
| | N7 | N10 | |
| | N10 | N11 | |
| | N15 | N13 | |
| | N1 | N16 | |

```

*****
*                               Resources                             *
*****

```

| Name | Units | Stats | Res Search | Ent Search | Path | Motion | Cost |
|------------|-------|---------|------------|------------|-------------------------------------|-------------------------------|------|
| operario_2 | 1 | By unit | closest | oldest | ruta_camisa Home: N3 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_3 | 1 | By unit | closest | oldest | ruta_camisa Home: N8 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |

Figura 18. (Continuación) Programación en Promodel simulación de la distribución Actual.

```

*****
*                               Resources                               *
*****

```

| Name | Units | Stats | Res Search | Ent Search Path | Motion | Cost |
|------------|-------|---------|------------|------------------------------------------------|-------------------------------|------|
| operario_1 | 1 | By Unit | Closest | Oldest ruta_camisa Home: N1 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_4 | 1 | By Unit | Closest | Oldest ruta_camisa Home: N11 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_5 | 1 | By Unit | Closest | Oldest ruta_camisa Home: N14 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| Pickup | 1 | By Unit | Closest | Oldest ruta_transporte Home: N1 | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |

```

*****
*                               Processing                               *
*****

```

| Entity | Location | Process | Blk | Output | Destination | Rule | Move Logic |
|-------------|------------|------------------------------------------------------------------|-----|-------------|-------------|---------|--------------------------------|
| caja_camisa | cola_cajas | | 1 | caja_camisa | mesaemp | FIRST 1 | MOVE WITH operario_5 THEN FREE |
| caja_camisa | mesaemp | GET operario_5 JOIN 1 camisa WAIT 1 MIN FREE operario_5 | | | | | |
| | | | 1 | caja_camisa | transporte | FIRST 1 | MOVE WITH operario_5 THEN FREE |

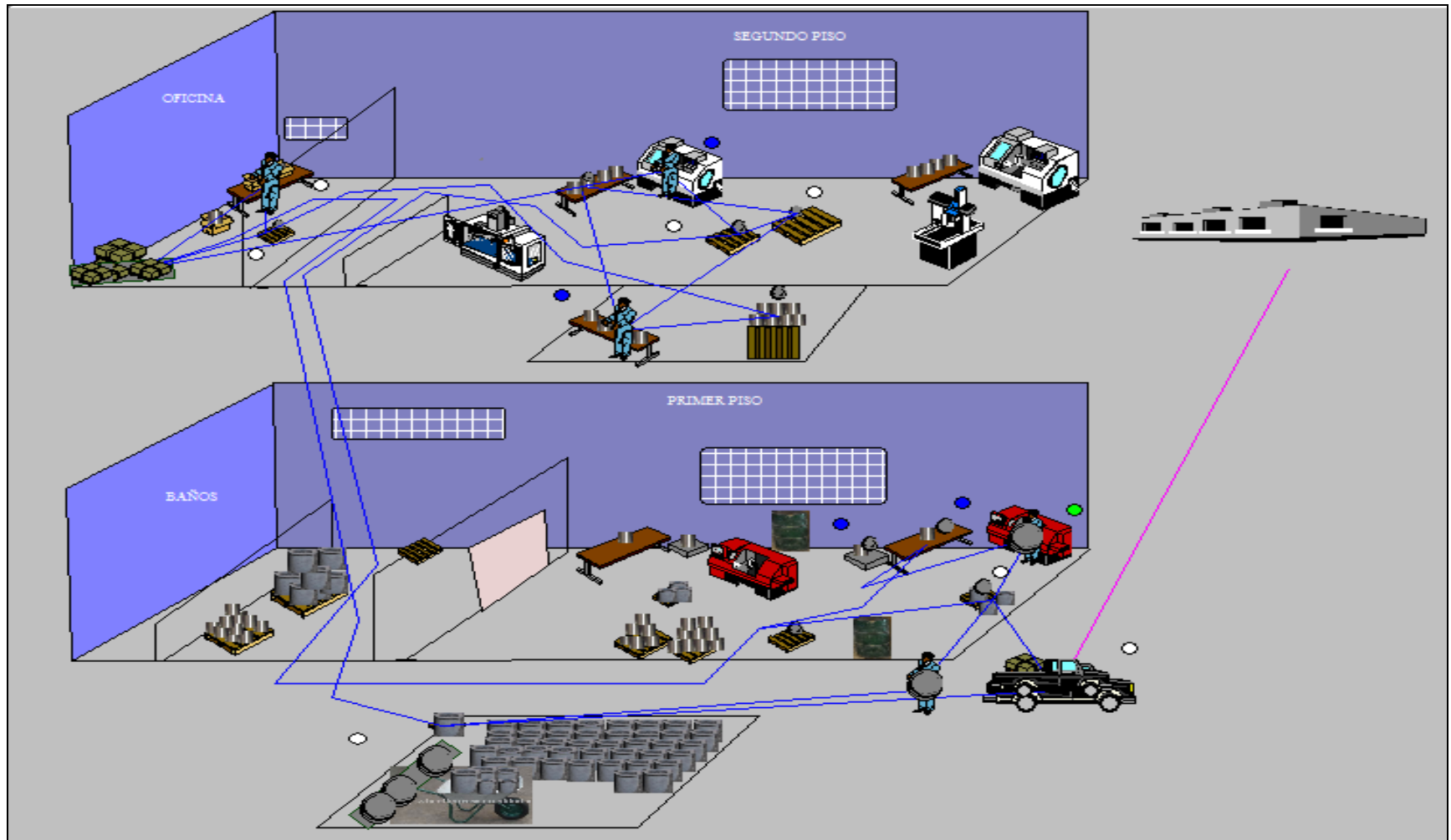
Figura 18. (Continuación) Programación en Promodel simulación de la distribución Actual.

| | | Process | | Routing | | | |
|-------------|------------|-------------------------------------------------|-------|-------------|-------------|---------|--------------------------------|
| Entity | Location | Operation | Blk | Output | Destination | Rule | Move Logic |
| ----- | | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| caja_camisa | transporte | GET 1 Pickup | | | | | |
| camisa | cola_patio | | 1 | caja_camisa | destino | FIRST 1 | |
| | | | 1 | camisa2 | camisa2 | FIRST 1 | MOVE WITH operario_1 THEN FREE |
| camisa | camisa2 | | | | | | |
| | | | 1 | | torno | FIRST 1 | MOVE WITH operario_2 THEN FREE |
| camisa | torno | GET operario_2 WAIT 2 MIN FREE operario_2 | | | | | |
| | | | 1 | | gris | FIRST 1 | MOVE WITH operario_2 THEN FREE |
| camisa | gris | GET operario_2 WAIT 1 MIN FREE operario_2 | | | | | |
| | | | 1 | | mesa1 | FIRST 1 | MOVE WITH operario_2 THEN FREE |

Figura 18. (Continuación) Programación en Promodel simulación de la distribución Actual.

| Process | | | Routing | | | | |
|----------------|---------------|-------------------------------------------------|---------|-------------|---------------|-----------|--------------------------------|
| Entity | Location | Operation | Blk | Output | Destination | Rule | Move Logic |
| camisa | mesa1 | | 1 | | desbastada | FIRST 1 | MOVE WITH operario_2 THEN FREE |
| camisa | desbastada | | 1 | | rectificar | FIRST 1 | MOVE WITH operario_1 THEN FREE |
| camisa | rectificar | | 1 | | rectificadora | FIRST 1 | MOVE WITH operario_3 THEN FREE |
| camisa | rectificadora | GET operario_3 WAIT 2 MIN FREE operario_3 | 1 | | mesa2 | FIRST 1 | MOVE WITH operario_3 THEN FREE |
| camisa | mesa2 | | 1 | | rectificada | FIRST 1 | MOVE WITH operario_3 THEN FREE |
| camisa | rectificada | | 1 | | controlf | FIRST 1 | MOVE WITH operario_4 THEN FREE |
| camisa | controlf | GET operario_4 WAIT 1 MIN FREE operario_4 | 1 | | revisada | FIRST 1 | MOVE WITH operario_4 THEN FREE |
| camisa | revisada | | 1 | | mesaemp | JOIN 1 | MOVE WITH operario_4 THEN FREE |
| camisa | mesaemp | | 1 | | EXIT | FIRST 1 | |
| caja_camisa | destino | FREE ALL | 1 | caja_camisa | EXIT | FIRST 1 | |
| ***** | | | | | | | |
| * Arrivals * | | | | | | | |
| ***** | | | | | | | |
| Entity | Location | Qty | Each | First Time | Occurrences | Frequency | Logic |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| camisa | cola_patio | 1 | 0 | 200 | | 1 | |
| caja_camisa | cola_cajas | 1 | 0 | 200 | | 1 | |
| ***** | | | | | | | |
| * Attributes * | | | | | | | |
| ***** | | | | | | | |
| ID | Type | Classification | | | | | |
| ----- | ----- | ----- | | | | | |
| camisas | Integer | Entity | | | | | |

Figura 19. Layout Distribución Actual.



De igual forma se cuenta con los documentos de respaldo, para realizar el montaje de la distribución propuesta en el programa para su posterior simulación, de ello obtenemos los documentos de programación y su respectivo plano.

Figura 20. Programación en Promodel simulación distribución propuesta.

```

*****
*
*                               Formatted Listing of Model:
*       I:\TRABAJO DE GRADO\PROMODEL\PROPUESTA\distribucion propuesta.MOD
*
*****

Time Units:                      Minutes
Distance Units:                  Meters

*****
*                               Locations
*
*****

Name          Cap      Units  Stats      Rules      Cost
-----
torno          1         1      Time Series Oldest, ,
rectificadora 1         1      Time Series Oldest, ,
camisa2        inf        1      Time Series Oldest, ,
desbastada    inf        1      Time Series Oldest, ,
rectificar    inf        1      Time Series Oldest, ,
revisada      1         1      Time Series Oldest, ,
control_1     inf        1      Time Series Oldest, ,
transporte    inf        1      Time Series Oldest, ,
mesa1         1         1      Time Series Oldest, ,
gris          1         1      Time Series Oldest, ,
mesa2         inf        1      Time Series Oldest, ,
rectificada   inf        1      Time Series Oldest, ,
controlf      1         1      Time Series Oldest, ,
mesaemp       2         1      Time Series Oldest, ,
cola_patio    INFINITE  1      Time Series Oldest, FIFO,
cola_cajas    INFINITE  1      Time Series Oldest, FIFO,
Destino       inf        1      Time Series Oldest, ,
cargue_malacate inf      1      Time Series Oldest, ,
descargue_malacate inf      1      Time Series Oldest, ,

*****
*                               Entities
*
*****

Name          Speed (mpm)  Stats      Cost
-----
caja_camisa   20          Time Series
camisa        20          Time Series

```


Figura 20. (Continuación) Programación en Promodel simulación distribución propuesta.

```

*****
*                               Path Networks                               *
*****

```

| Name | Type | T/S | From | To | BI | Dist/Time | Speed Factor |
|-----------------|---------|------------------|-------|-----|----|-----------|--------------|
| ruta_1 | Passing | Speed & Distance | N1 | N2 | Bi | 40.10 | 1 |
| | | | N2 | N3 | Bi | 12.52 | 1 |
| | | | N3 | N4 | Bi | 6.00 | 1 |
| | | | N4 | N5 | Bi | 8.07 | 1 |
| | | | N5 | N6 | Bi | 14.78 | 1 |
| | | | N6 | N7 | Bi | 42.29 | 1 |
| | | | N7 | N8 | Bi | 16.27 | 1 |
| | | | N8 | N9 | Bi | 8.06 | 1 |
| | | | N9 | N10 | Bi | 16.40 | 1 |
| | | | N10 | N11 | Bi | 22.84 | 1 |
| | | | N11 | N12 | Bi | 46.00 | 1 |
| | | | N12 | N13 | Bi | 19.02 | 1 |
| | | | N13 | N14 | Bi | 11.40 | 1 |
| | | | N14 | N15 | Bi | 17.02 | 1 |
| | | | N15 | N12 | Bi | 12.08 | 1 |
| | | | N12 | N16 | Bi | 14.00 | 1 |
| | | | N16 | N17 | Bi | 6.70 | 1 |
| | | | N17 | N12 | Bi | 12.52 | 1 |
| N11 | N18 | Bi | 42.25 | 1 | | | |
| ruta_transporta | Passing | Speed & Distance | N1 | N2 | Bi | 79.40 | 1 |

```

*****
*                               Interfaces                               *
*****

```

| Net | Node | Location |
|--------|------|---------------|
| ruta_1 | N1 | cola_patio |
| | N2 | camisa2 |
| | N3 | torno |
| | N4 | gris |
| | N5 | mesa1 |
| | N6 | desbastada |
| | N7 | rectificar |
| | N8 | mesa2 |
| | N9 | rectificadora |
| | N10 | rectificada |

Figura 20. (Continuación) Programación en Promodel simulación distribución propuesta.

```

*****
*                               Path Networks                               *
*****

```

| Name | Type | T/S | From | To | BI | Dist/Time | Speed Factor |
|-----------------|---------|------------------|------|-----|----|-----------|--------------|
| | | | N11 | N12 | Bi | 46.00 | 1 |
| | | | N12 | N13 | Bi | 19.02 | 1 |
| | | | N13 | N14 | Bi | 11.40 | 1 |
| | | | N14 | N15 | Bi | 17.02 | 1 |
| | | | N15 | N12 | Bi | 12.08 | 1 |
| | | | N12 | N16 | Bi | 14.00 | 1 |
| | | | N16 | N17 | Bi | 6.70 | 1 |
| | | | N17 | N12 | Bi | 12.52 | 1 |
| | | | N11 | N18 | Bi | 42.25 | 1 |
| ruta_transporta | Passing | Speed & Distance | N1 | N2 | Bi | 79.40 | 1 |

```

*****
*                               Interfaces                               *
*****

```

| Net | Node | Location |
|-----------------|------|--------------------|
| ruta_1 | N1 | cola_patio |
| | N2 | camisa2 |
| | N3 | torno |
| | N4 | gris |
| | N5 | mesa1 |
| | N6 | desbastada |
| | N7 | rectificar |
| | N8 | mesa2 |
| | N9 | rectificadora |
| | N10 | rectificada |
| | N11 | cargue_malacate |
| | N12 | descargue_malacate |
| | N13 | control_1 |
| | N14 | controlf |
| | N15 | revisada |
| | N16 | mesaemp |
| | N17 | cola_cajas |
| | N18 | transporte |
| ruta_transporta | N1 | transporte |
| | N2 | Destino |

Figura 20. (Continuación) Programación en Promodel simulación distribución propuesta.

```

*****
*                                     Mapping                                     *
*****

```

| Net | From | To | Dest |
|--------|------|-----|-------|
| ----- | | | ----- |
| ruta_1 | N3 | N2 | |
| | N4 | N3 | |
| | N5 | N4 | |
| | N6 | N5 | |
| | N7 | N6 | |
| | N8 | N7 | |
| | N9 | N8 | |
| | N10 | N9 | |
| | N11 | N10 | |
| | N12 | N11 | |
| | N13 | N12 | |
| | N14 | N15 | |
| | N15 | N12 | |
| | N16 | N12 | |
| | N17 | N12 | |
| | N3 | N4 | |
| | N4 | N5 | |
| | N5 | N6 | |
| | N6 | N7 | |
| | N7 | N8 | |
| | N8 | N9 | |
| | N9 | N10 | |
| | N10 | N11 | |
| | N11 | N12 | |
| | N12 | N13 | |
| | N14 | N13 | |
| | N15 | N14 | |
| | N12 | N15 | |
| | N13 | N14 | |
| | N12 | N16 | |
| | N17 | N16 | |
| | N12 | N17 | |
| | N16 | N17 | |
| | N11 | N18 | |

Figura 20. (Continuación) Programación en Promodel simulación distribución propuesta.

```

*****
*                               Resources                               *
*****

```

| Name | Units | Stats | Res Search | Ent Search | Path | Motion | Cost |
|------------|-------|---------|------------|------------|-----------------------------------------|-------------------------------|------|
| Pickup | 1 | By Unit | Least Used | Oldest | ruta_transporta Home: N1 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| Malacate_1 | 1 | By Unit | closest | Oldest | ruta_1 Home: N11 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_1 | 1 | By Unit | closest | Oldest | ruta_1 Home: N1 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_2 | 1 | By Unit | closest | Oldest | ruta_1 Home: N3 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_3 | 1 | By Unit | closest | Oldest | ruta_1 Home: N9 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_4 | 1 | By Unit | closest | Oldest | ruta_1 Home: N14 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_5 | 1 | By Unit | closest | Oldest | ruta_1 Home: N16 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |
| operario_6 | 1 | By Unit | closest | Oldest | ruta_1 Home: N18 (Return) | Empty: 50 mpm Full: 50 mpm | |

Figura 20. (Continuación) Programación en Promodel simulación distribución propuesta.

```

*****
*                               Processing                               *
*****

```

| | | Process | | Routing | | | |
|-------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|--------------------|---------|--------------------------------|
| Entity | Location | Operation | Blk | Output | Destination | Rule | Move Logic |
| caja_camisa | cola_cajas | | 1 | caja_camisa | mesaemp | FIRST 1 | MOVE WITH operario_5 THEN FREE |
| caja_camisa | mesaemp | GET operario_5 JOIN 1 camisa WAIT 2 MIN FREE operario_5 | 1 | caja_camisa | descargue_malacate | FIRST 1 | MOVE WITH operario_5 THEN FREE |
| caja_camisa | descargue_malacate | GET operario_5 GET Malacate_1 WAIT 1 MIN FREE operario_5 FREE Malacate_1 | 1 | caja_camisa | cargue_malacate | FIRST 1 | MOVE WITH Malacate_1 THEN FREE |
| caja_camisa | cargue_malacate | GET operario_6 GET Malacate_1 WAIT 1 MIN FREE operario_6 FREE Malacate_1 | 1 | caja_camisa | transporte | FIRST 1 | MOVE WITH operario_6 THEN FREE |
| caja_camisa | transporte | | 1 | caja_camisa | Destino | FIRST 1 | MOVE WITH Pickup THEN FREE |
| caja_camisa | Destino | | 1 | caja_camisa | EXIT | FIRST 1 | |
| camisa | cola_patio | | 1 | camisa | camisa2 | FIRST 1 | MOVE WITH operario_1 THEN FREE |
| camisa | camisa2 | | 1 | camisa | torno | FIRST 1 | MOVE WITH operario_2 THEN FREE |
| camisa | torno | GET operario_2 WAIT 1 MIN FREE operario_2 | 1 | camisa | gris | FIRST 1 | MOVE WITH operario_2 THEN FREE |
| camisa | gris | GET operario_2 WAIT 1 MIN FREE operario_2 | 1 | camisa | mesa1 | FIRST 1 | MOVE WITH operario_2 THEN FREE |

Figura 20. (Continuación) Programación en Promodel simulación distribución propuesta.

```

*****
*                               Processing                               *
*****

```

| | | Process | | Routing | | | |
|--------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------|--------------------|---------|--------------------------------|
| Entity | Location | Operation | Blk | Output | Destination | Rule | Move Logic |
| camisa | mesa1 | | 1 | camisa | desbastada | FIRST 1 | MOVE WITH operario_2 THEN FREE |
| camisa | desbastada | | 1 | camisa | rectificar | FIRST 1 | MOVE WITH operario_1 THEN FREE |
| camisa | rectificar | | 1 | camisa | mesa2 | FIRST 1 | MOVE WITH operario_3 THEN FREE |
| camisa | mesa2 | GET operario_3 WAIT 1 MIN FREE operario_3 | 1 | camisa | rectificadora | FIRST 1 | MOVE WITH operario_3 THEN FREE |
| camisa | rectificadora | GET operario_3 WAIT 2 MIN FREE operario_3 | 1 | camisa | rectificada | FIRST 1 | MOVE WITH operario_3 THEN FREE |
| camisa | rectificada | | 1 | camisa | cargue_malacate | FIRST 1 | MOVE WITH operario_1 THEN FREE |
| camisa | cargue_malacate | GET operario_6 GET Malacate_1 WAIT 1 MIN FREE operario_6 FREE Malacate_1 | 1 | camisa | descargue_malacate | FIRST 1 | MOVE WITH Malacate_1 THEN FREE |
| camisa | descargue_malacate | GET operario_4 GET Malacate_1 WAIT 1 MIN FREE operario_4 FREE Malacate_1 | 1 | camisa | control_1 | FIRST 1 | MOVE WITH operario_4 THEN FREE |
| camisa | control_1 | | 1 | camisa | controlf | FIRST 1 | MOVE WITH operario_4 THEN FREE |
| camisa | controlf | GET operario_4 WAIT 1 MIN FREE operario_4 | 1 | camisa | revisada | FIRST 1 | MOVE WITH operario_4 THEN FREE |
| camisa | revisada | GET operario_4 WAIT 1 MIN FREE operario_4 | 1 | camisa | mesaemp | JOIN 1 | MOVE WITH operario_4 THEN FREE |
| camisa | mesaemp | | 1 | camisa | EXIT | FIRST 1 | |

Figura 20. (Continuación) Programación en Promodel simulación distribución propuesta.

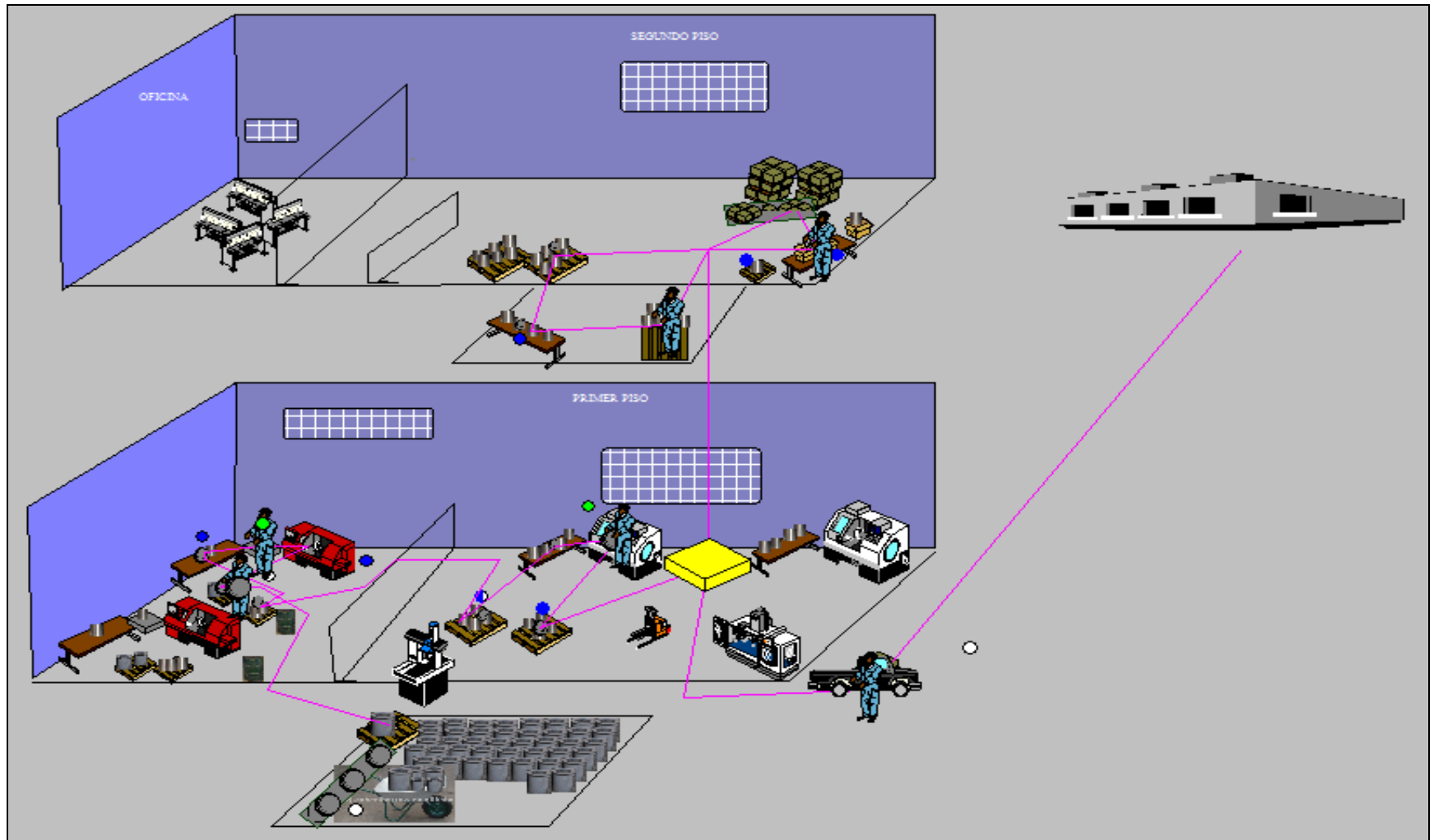
```

*****
*                               Arrivals                               *
*****
Entity   Location  Qty Each  First Time Occurrences Frequency Logic
-----
camisa   cola_patio 1         0         200         1
caja_camisa cola_cajas 1         0         200         1

*****
*                               Attributes                             *
*****
ID       Type      Classification
-----
camisas  Integer     Entity

```

Figura 21. Layout Distribución propuesta.



8. CONCLUSIONES

La fabrica posee inconvenientes en cuanto a la distribución de sus instalaciones por tener edificaciones fijas (área de centrifugado y soldadura), que no permiten dar un poco de flexibilidad a la planta, al momento de querer efectuar alguna expansión de la zona de mecanizado de camisas, por ello se adapto la distribución a la forma del edificio al no tener la posibilidad de plantear la distribución ideal de un solo piso donde se contará con todos los centros de trabajo.

De acuerdo con la información extraída del cuestionario aplicado al personal, ellos notan que los factores ambientales que afectan su desempeño están relacionados con: el polvo, la temperatura y el ruido, los cuales se acentúan o son más fuertes los días de fundición y cuando el proceso de soldadura está realizando la operación de corte con aire, en las personas que realizan el transporte de las camisas es incomodo hacer el traslado por medio de canastas, porque ello ayuda a acrecentar en ellos los efectos de la fatiga física.

Se analizo la situación actual de la empresa y se designo un espacio fisico existente en el área para proceder al almacenamiento de los productos terminados y así evitar la acumulación de los mismos en el área de las oficinas, de manera que se pueda ordenar este espacio solo para labores administrativas y de control de herramientas para el proceso de producción.

La disminución de los metros recorridos del material es una ayuda efectiva para conseguir rebajar los costes de producción, al tiempo que se crea un más alto nivel de vida, en cada una de las personas que intervienen en el proceso, es por ello que se busca eliminar o reducir drásticamente todos los movimientos innecesarios y anti ergonómicos, que desfavorezcan esta situación.

Al mover la maquinaria se modifica el patrón del flujo del material, el cual anteriormente era "amorfo", con la distribución propuesta se observa una alimentación inicialmente horizontal, del cual pasa a una parte vertical, dividida en dos pisos.

9. RECOMENDACIONES

Sobre la teoría de manejo de inventarios realizaremos una observación, ya que en este trabajo no se analizaron los métodos de manejo de inventarios, pero basados en las visitas realizadas a la empresa, se hace necesaria la evaluación de este factor de espera, porque de acuerdo al análisis que se hizo del flujo de trabajo y los porcentajes que actualmente se tienen de cuellos de botella, se considera que es alto, por ello se precisa iniciar un estudio de Teoría de Restricciones con el cual se permita establecer los niveles de inventario de material en proceso que permita en cada estación de trabajo fabricar lo necesario para abastecer cada centro de trabajo sin generar grandes almacenamiento de camisas en bruto y camisas desbastadas.

Se hace necesario realizar un estudio técnico de resistencia de la zona ubicada sobre el sótano, debido a que no sabemos si está placa pueda soportar el peso de las maquina, y a su vez evaluar si tienen la amortiguación adecuada para reducir las vibraciones de las maquinas, se considera la posibilidad de la creación de la zona de servicios generales en el sótano y complementando esta parte estructural se hace necesario encerrar la zona donde va a quedar el almacenamiento de producto terminado.

El techo que cubre la bodega es alto, tienen unas tejas transparentes utilizadas como ventanas de luz, pero se considera que a esta estructura hay que hacerle una modificación, porque en la época de invierno, cuando la lluvia es muy fuerte, se pasa el agua a través de los espacios que existen entre las cerchas, esto es totalmente perjudicial para el producto que se fabrica, ya que por ser hierro gris la posibilidad de oxidarse al estar en contacto con el agua es del 100 por ciento.

Organizar todo el tema referente a las rutas de evacuación, señalización de áreas de trabajo y hacer nuevos análisis de riesgos, porque es factible que al mover las maquinas se puedan cambiar o disminuir los tipos de riesgo.

Después de observar el grafico 11 combinación de operaciones, notamos la alta demanda de tiempo por parte de la bruñidora, pero esta es solo utilizada en las camisas diesel, por lo que quedará como sugerencia adquirir otra máquina bruñidora si se quiere mejorar los tiempos de producción de esta línea, sin embargo se debe considerar que los pedidos de esta son más bien con tendencias esporádicas, aunque si se quiere ser más competitivo se debería ampliar el mercado de las camisas diesel, se debe pensar en esta opción.

10. REFERENCIAS

Blanco Rivera, L. E., & Fajardo Piedrahita, I. D. (2006). Simulación Con Promodel. Casos De Producción Y Logística. Bogotá: Escuela Colombiana De Ingeniería.

Bozer, Y., Tanchoco, J., Tompkins, J., & White, J. (2011). Planeación De Instalaciones. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

Empresa FORINTEC Servicios Generales De Formación y Consultoría. (2008). Manual Distribucion En Planta 19. Valencia: Centros Europeos De Empresas Innovadoras.

Instituto Técnico de Normas Colombianas. (2007). Automotores. Camisas De Hierro Fundido Para Motores de Combustion Interna. Norma Técnica Colombiana NTC 1448. Bogotá, Colombia.

Organización Internacional Del Trabajo. (2004). Introrucción Al Estudio Del Trabajo. México: Limusa S.A. DE C.V.

Sánchez, J. V. (2010). Organización De La Producción. Distribuciones En Planta y Mejora De Los Métodos y Los Tiempos. Teoría y Práctica. Ediciones Pirámide.

ANEXOS

Anexo A Cuestionario sobre el proceso de fabricación camisas

Nombre: _____

Fecha: _____

1. ¿Qué hace?

2. ¿Qué función desempeña?

- a. Operario de fundición.
- b. Operario de torno.
- c. Operario de rectificadora.
- d. Operario de Bruñidora
- e. Operario de control final.
- f. Varios

3. ¿Por qué se hace esa operación?

4. ¿Dónde realiza la operación?

- a. Torno cnc
- b. Torno coprador
- c. Rectificadora
- d. Bruñidora
- e. Control final
- f. Maquinas centrifugas
- g. Fundición

5. ¿Por qué hace la operación en ese lugar?

6. ¿En qué otro lugar podría hacerse esta operación?

7. ¿Cuándo se hace esa operación?

- a. Antes de fundición
- b. Durante fundición
- c. Después de fundición
- d. Después de desbaste
- e. Después de rectificado y bruñido
- f. Después de control final

- g. Al empacar y despachar

8. ¿Por qué se hace en ese momento?

9. ¿Por qué la hace usted?

10. ¿Tiene las herramientas y el espacio adecuado para desarrollar sus tareas?

- a. Sí ¿Por qué? _____

- b. No ¿Por qué? _____

11. ¿Cuáles factores ambientales afectan su labor?

- a. Ruido.
- b. Polvo.
- c. Temperatura.
- d. Iluminación.
- e. Otros ¿Cuáles? _____

12. ¿Cómo le parece la distribución de la maquinaria?

- a. Adecuada ¿Por qué? _____

- b. Inadecuada ¿Por qué? _____

¿Qué recomienda? _____

13. ¿Qué opina de la forma como se trasladan las camisas de un centro de trabajo al otro?

¿Qué recomienda? _____

Anexo B Área de trabajo torno CNC-2

PARTE DELANTERA



a. Recipiente Refrigerante



b. Mesa de Revision



c. Caneca para Retorno



d. Estiba Material en Bruto



e. Estiba Material Desbastado

Anexo C Área de trabajo torno CNC-3

PARTE DELANTERA



a. Recipiente Refrigerante



b. Mesa de Revision



c. Caneca para Retorno



d. Estiba Material en Bruto



e. Estiba Material Desbastado

Anexo D Área de trabajo rectificadora R-1

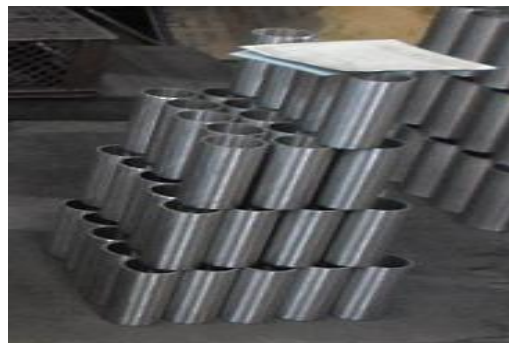
PARTE DELANTERA



a. Estibas con camisas desbastadas



b. Mesa de Rectificado



c. Estibas con camisas rectificadas

Anexo E Área de trabajo rectificadora R-2

PARTE DELANTERA



a. Estibas con camisas desbastadas



b. Mesa de Rectificado



c. Estibas con camisas rectificadas

Anexo F Área de trabajo control final

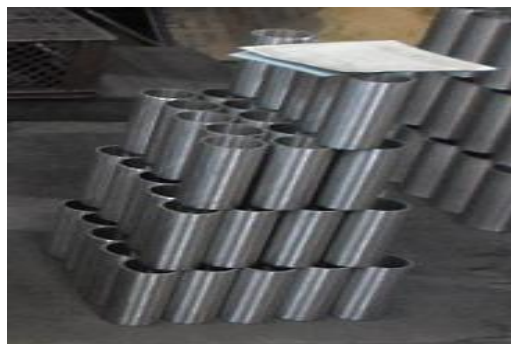
PARTE DELANTERA



a. Estibas con camisas desbastadas



b. Mesa de Rectificado



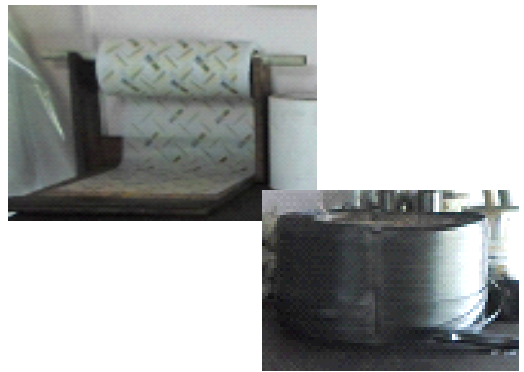
c. Estibas con camisas rectificadas

Anexo G Área de trabajo empaque

ZONA DE TRABAJO



a. Canastas con camisas



b. Papel y Zuncho



c. Estiba de cajas



d. Cajas de exportacion

Anexo H Área de trabajo bruñidora B-1

PARTE DELANTERA



Estibas donde se colocan las camisas

Anexo I Área de trabajo torno copiador TC

PARTE DELANTERA



Zona de almacenamiento de Camisas