

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad en Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Análisis y Diseño de la Distribución Física de una
Empresa Textil”**

TESINA DE SEMINARIO

Previo la Obtención del Título de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentada por:

Sissy Sabrina Valencia Iglesias

Yander Daniel Cano Menéndez

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año 2009

A G R A D E C I M I E N T O

**A todas las personas que
de uno u otro modo
colaboraron en la
realización de este trabajo
y especialmente a la Ing.
Ana María Galindo, por su
invaluable paciencia y
ayuda.**

DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

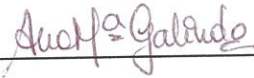
A NUESTROS ABUELOS Y

TÍOS.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP



Ing. Ana María Galindo A.
DIRECTORA DE TESIS

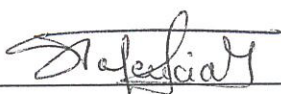


Ing. Denise Rodríguez Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Sissy Sabrina Valencia Iglesias



Yander Daniel Cano Menéndez

RESUMEN

La presente tesis se realizó en una industria textil que tiene alrededor de 24 años en el mercado, dedicada a la confección y comercialización de prendas abarcando diferentes tallas y segmentos. Dicha empresa a través de los años ha ido incrementando su producción, por lo que actualmente se encuentran limitados de espacio y los Directivos de la compañía analizaron la posibilidad de redistribuir la planta actual o construir una nueva.

Debido a lo anteriormente descrito, se vio la necesidad de realizar un análisis que inició por la recolección de información para poder identificar los problemas que la empresa presenta actualmente. Dicho levantamiento de información fue realizado tanto en el área administrativa como en los departamentos que conforman el área de producción.

Luego de realizado el levantamiento de información, se realizó el diagnóstico validando las necesidades que existen actualmente referente al mercado, proceso productivo, manipuleo y almacenamiento.

El diagnóstico arrojó que actualmente la empresa no puede cumplir con la demanda actual por falta de capacidad debido a que el 95% de su producción lo adquiere Almacenes De Prati lo que no permite aceptar pedidos de otras compañías.

Otro problema que se evidenció es que actualmente para poder cumplir con la demanda, la empresa debe incurrir en 2 horas extras adicionales a las ordinarias de trabajo lo que representa un gasto de \$9.000,00 dólares mensuales equivalente al 22,79% de la remuneración percibida por los trabajadores.

Finalmente se evidenció un problema en el almacenamiento de la materia prima debido a la falta de capacidad de la bodega actual y estanterías adecuadas para las dimensiones actuales de los rollos de tela lo que genera un 8% mensual de desperdicio de materia prima. Identificados los problemas, se realizó un diagrama de causa y efecto para cada uno de ellos, lo que permitió establecer posibles alternativas de solución que fueron evaluadas mediante criterios establecidos por la empresa.

Mediante dicho análisis se llegó a la conclusión de que la mejor solución era la de diseñar una nueva planta que permita optimizar la disposición de los

elementos del ciclo productivo: máquinas, recursos humanos y materiales de manera que los niveles de producción de la empresa se maximicen. ´

Para el nuevo diseño se analizaron varias metodologías que fueron evaluadas con la finalidad de encontrar la que presente una óptima distribución de planta basada en la distancia mínima recorrida entre las áreas.

Las metodologías seleccionadas fueron SPL (Systematic Plant Layout) y QAP (Quadratic Assignment Problem). Se desarrollaron y compararon ambas metodologías con la finalidad de obtener la mejor opción dando como resultado las opciones dadas por el QAP.

Finalmente se desarrolló el plano en el cual se muestra la distribución de las áreas basados en los motivos de cercanía y grados de relación sugeridos por la metodología QAP.

Mediante esta distribución se logró incrementar la capacidad de la planta a 45.815 prendas mensuales lo que representa un incremento del 100% de la capacidad actual instalada lo que cumple con el requerimiento de la Gerencia de la compañía.

El gasto en el cual la empresa incurría debido a las horas extras representaba el 22,79%, que se generaba para lograr cubrir la demanda, el cual fue eliminado, ya que la nueva distribución permite cumplir con la misma.

Con el nuevo diseño de la bodega de materia prima y la política de almacenamiento de materia prima, se logró eliminar el 8% de desperdicio de rollos de tela en que la empresa incurría ya que se estableció una política de almacenamiento que permite almacenar la materia de manera correcta.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	X
ABREVIATURAS.....	XIV
INDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES.....	2
1.1 Presentación de la empresa.....	2
1.2 Justificación del proyecto.....	6
1.3 Establecimiento de objetivos del proyecto.....	10
1.3.1 Objetivo general.....	10
1.3.2 Preguntas de Investigación.....	10

1.3.3 Objetivos específicos.....	12
1.3.4 Justificación del estudio.....	12
1.4 Hipótesis.....	13
1.4.1 Planteamiento de la hipótesis.....	13
1.4.2 Diseño de la investigación.....	14

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Investigación.....	16
2.1.1 Objetivos básicos de una Distribución.....	16
2.1.2 Factores que afectan a la Distribución.....	19
2.1.3 Naturaleza de los problemas de Distribución de Planta.....	21
2.2 Metodologías empleadas para el diseño de una planta.....	23
2.2.1 Carta From-To.....	24
2.2.2 CRAFT (Computerized Relationship Layout Planning.....	25
2.2.3 CORELAP (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique.....	26
2.2.4 ALDEP (Automated Layout Design Program).....	28
2.2.5 SPL (Systematic Plant Layout).....	29
2.2.6 QAP (Quadratic Assignment Problem).....	34
2.3 Selección del método a utilizar.....	36

2.4 Método Seleccionado.....	37
------------------------------	----

CAPITULO 3

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	38
3.1 Análisis de la situación actual.....	38
3.2 Verificación de las necesidades de la planta.....	62
3.3 Problemas presentes.....	84

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA.....	87
4.1 Análisis de los problemas presentes.....	88
4.2 Diseño de la distribución planteada.....	95
4.2.1 SPL (Systematic Plant Layout).....	95
4.2.2 QAP (Quadratic Assignment Problem).....	140
4.3 Mejoras Proyectadas.....	157

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	159
5.1 CONCLUSIONES.....	159

5.2 RECOMENDACIONES.....	160
--------------------------	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

Fp	Fondo de tiempo para las máquinas
Ft	Fondo de tiempo para el personal
Ka	Porcentaje de ausentismo
Km	Porcentaje de mantenimiento
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
Pr/hr	Prendas por hora

.....

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1.1. Sobretiempo Año 2009.....	9
Figura 2.1. Lista de áreas.....	24
Figura 2.2. Carta From-To 1.....	24
Figura 2.3. Carta From-To 2.....	25
Figura 2.4. Grado de Relación.....	31
Figura 2.5. Matriz de Relación.....	32
Figura 2.6. Diagrama de Relaciones.....	33
Figura 2.7. Escala de Medición.....	36
Figura 2.8. Selección de Metodologías.....	37
Figura 3.1. Producción Acumulada Años 2007/2008/2009.....	39
Figura 3.2. Tendencia de Ventas.....	40
Figura 3.3. Lista de Materiales.....	43
Figura 3.4 Diagrama de Flujo de Proceso.....	46
Figura 3.5 Estantería Actual de Bodega de MP.....	56
Figura 3.6 Mesas de Corte.....	57

Figura 3.7 Modelo de Estantería.....	59
Figura 3.8 Gaveta Bodega Temporal.....	60
Figura 3.9 Flujo de Materiales de la Planta.....	62
Figura 3.10 Proceso para una Prenda Estándar.....	68
Figura 3.11 Diseño de Estantería Selectiva.....	81
Figura 3.12 Niveles para Almacenamiento Estantería Selectiva.....	81
Figura 4.1 Diagrama Causa-Efecto. Demanda Insatisfecha.....	89
Figura 4.2. Diagrama Causa-Efecto. Alto Porcentaje Horas Extras...	90
Figura 4.3 Diagrama Causa-Efecto. Desperdicio Materia Prima.....	91
Figura 4.4 Matriz de Relación de Áreas Administrativas.....	100
Figura 4.5 Diagrama de Relaciones. Administración.....	100
Figura 4.6 Diagrama de Bloques. Administración Opción 1.....	104
Figura 4.7 Plano Administración Opción 1.....	104
Figura 4.8 Diagrama de Bloques Administración Opción 2.....	106
Figura 4.9 Plano Administración Opción 2.....	106
Figura 4.10 Diagrama de Bloques Administración 3.....	108
Figura 4.11 Plano Administración Opción 3.....	108
Figura 4.12 Matriz de Relación Áreas de Producción.....	114
Figura 4.13 Diagrama de Relaciones – Área de Producción.....	115
Figura 4.14 Diagrama de Bloques Producción Opción 1.....	119
Figura 4.15 Plano Producción Opción 1.....	119
Figura 4.16 Diagrama de Bloques Producción Opción 2.....	121

Figura 4.17 Plano Producción Opción 2.....	121
Figura 4.18 Diagrama de Bloques Producción 3.....	123
Figura 4.19 Plano Producción Opción 3.....	123
Figura 4.20 Matriz de Relación General.....	129
Figura 4.21 Diagrama de Relaciones General.....	130
Figura 4.22 Diagrama de Bloques General Opción 1.....	133
Figura 4.23 Plano General Opción 1.....	133
Figura 4.24 Diagrama de Bloques General Opción 2.....	135
Figura 4.25 Plano General Opción 2.....	135
Figura 4.26 Diagrama de Bloques General Opción 3.....	137
Figura 4.27 Plano General Opción 3.....	137
Figura 4.28 Diagrama de Bloques Administración QAP.....	144
Figura 4.29 Plano Administración QAP.....	144
Figura 4.30 Diagrama de Bloques Producción QAP.....	150
Figura 4.31 Plano Producción QAP.....	150
Figura 4.32 Diagrama de Bloques General QAP.....	154
Figura 4.33 Plano General QAP.....	154
Figura 4.34 Plano Distribución Final de la Empresa.....	156

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 Demanda Insatisfecha 2009.....	7
Tabla 2 Sobre tiempo Año 2009.....	8
Tabla 3 Producción Total de Prendas.....	41
Tabla 4. Materiales Estándares para la Confección de una prenda.....	42
Tabla 5 Maquinarias y Equipos.....	47
Tabla 6 Producción Total de Prendas.....	63
Tabla 7 Media de los Tres Últimos Años.....	64
Tabla 8 Incremento Prendas para el 2010.....	64
Tabla 9 Proyección de Prendas.....	65
Tabla 10 Variables para el cálculo de la Capacidad Instalada.....	66
Tabla 11 Costos Considerados para el cálculo de capacidad.....	66
Tabla 12. Capacidad Instalada.....	67
Tabla 13 Datos para Calcular el Fondo de Tiempo.....	69
Tabla 14 Fondo de Tiempo.....	69
Tabla 15 Balanceo de Línea.....	70

Tabla 16 Carta From-To Planta Alta.....	73
Tabla 17 Total de Movimientos de la Planta Alta.....	74
Tabla 18 Carta From –To Planta Baja.....	75
Tabla 19 Total Movimientos de la Planta Baja.....	76
Tabla 20 Carta From-To General Sin Escaleras.....	79
Tabla 21 Análisis de Movimientos.....	79
Tabla 22 Alternativas de Solución.....	92
Tabla 23 Criterios de Evaluación.....	93
Tabla 24 Evaluación de Alternativas de Solución.....	93
Tabla 25 Decisión Final.....	94
Tabla 26 Carta From-To Administración Mejorada..	97
Tabla 27 Total de Movimientos Áreas Administrativas.....	98
Tabla 28 Grado de Criticidad de Movimientos.....	98
Tabla 29 Motivos de Cercanía Administración.....	99
Tabla 30 Grado de Relación.....	99
Tabla 31 Requerimientos de Espacio Administración.....	102
Tabla 32 Opción Distribución Administración 1.....	105
Tabla 33 Opción de Distribución Administración 2.....	107
Tabla 34 Opción de Distribución Administración 3.....	109
Tabla 35 Carta From-To Área de Producción Mejorada (Diaria).....	111
Tabla 36 Total de Movimientos Áreas de Producción.....	112
Tabla 37 Grado de Criticidad de Movimientos.....	113

Tabla 38 Motivos de Cercanía Producción.....	113
Tabla 39 Grado de Relación.....	114
Tabla 40 Requerimientos de Espacio Producción.....	116
Tabla 41 Opción de Distribución Producción 1.....	120
Tabla 42 Opción de Distribución Producción 2.....	122
Tabla 43 Opción de Distribución Producción 3.....	124
Tabla 44 Carta From-To General Mejorada (Diaria).....	127
Tabla 45 Total de Movimientos General.....	127
Tabla 46 Grado de Criticidad General.....	128
Tabla 47 Motivos de Cercanía General.....	128
Tabla 48 Grado de Relación General.....	129
Tabla 49 Requerimientos de Espacios General.....	131
Tabla 50 Opción de Distribución General 1.....	134
Tabla 51 Opción de Distribución General 2.....	136
Tabla 52 Opción de Distribución General 3.....	139
Tabla 53 Matriz de Distancias Administración QAP... ..	142
Tabla 54 Matriz de Asignación Administración QAP.....	143
Tabla 55 Matriz de Resultados Administración QAP.....	143
Tabla 56 Opción de Distribución Administración QAP.....	145
Tabla 57 Matriz de Distancia Producción QAP.....	147
Tabla 58 Matriz de Resultados Producción QAP.....	148
Tabla 59 Matriz de Asignación Producción QAP.....	149

Tabla 60 Opción de Distribución Producción QAP.....	151
Tabla 61 Matriz de Distancias General QAP.....	153
Tabla 62 Matriz de Asignación General QAP.....	153
Tabla 63 Opción de Distribución General QAP.....	155

INTRODUCCIÓN

El presente estudio está enfocado en diseñar una nueva planta que permita optimizar la disposición de los elementos del ciclo productivo, máquinas, recursos humanos y materiales de manera que los niveles de producción de la empresa se maximicen.

El estudio se realiza en una empresa dedicada a la confección y comercialización de ropa, tanto casual como de moda abarcando diferentes tallajes y segmentos.

Su crecimiento sistemático dentro del mercado ha generado que en los últimos años se presenten problemas con el nivel de abastecimiento de los productos a sus clientes, llegando al punto de posponer pedidos o incluso rechazarlos.

Se realizará el análisis del diagnóstico actual para identificar los problemas presentes que serán tratados durante el desarrollo de la presente tesis mediante metodologías que se utilizan para distribución de planta.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES

1.1 Presentación de la Empresa

El presente estudio se realiza en un empresa dedicada a la comercialización y confección de ropa, tanto casual como de moda abarcando diferentes tallajes y segmentos. Esto es desde niñas preescolar, escolar, adolescente, mujeres jóvenes hasta señoras incluidas las tallas de mujeres grandes consideradas como tallas plus en el mercado.

La empresa tiene alrededor de 24 años en el mercado ya que inicialmente era manejada a nombre personal y luego paso a ser conformada por personas jurídicas en el año 2002.

Su crecimiento sistemático dentro del mercado ha generado que en los últimos años se presenten problemas con el nivel de abastecimiento de los productos a sus clientes, llegando al punto de posponer pedidos o incluso rechazarlos.

En la actualidad el espacio físico de las diferentes áreas que conforman la planta se encuentran saturadas ya que con el pasar de los años y por el aumento de los volúmenes de pedidos se ha venido adquiriendo maquinaria la cual se ha colocado indiscriminadamente sin un diseño estructurado.

Con la maquinaria instalada en la actualidad se producen un promedio de 22.000 a 24.000 prendas mensuales, esto es debido a la variedad de modelos que ofrecen a los clientes ya que el mercado local es muy pequeño, y la variedad de modelos al mes varían desde 150 a 180.

A continuación se menciona las áreas principales dentro del proceso productivo:

- **Diseño y Desarrollo de productos.-** Básicamente esta área constituye la parte creativa de la empresa ya que ellos son los encargados de crear y analizar diseños o prendas nuevas y originales

con la finalidad de sacarlos al mercado considerando las estaciones de año, moda actual y los colores dirigidos a los diferentes segmentos.

- **Área de Corte.-** En esta área se cortan las diferentes telas que se van a utilizar para la confección de las prendas, se las agrupa por capas con la finalidad de cortar varias telas con un mismo molde, diseñado previamente en un plotter en el cual se encuentran dibujadas todas las partes necesarias para confeccionar las prendas optimizando la cantidad de cortes y disminuyendo el desperdicio de tela.
- **Bodega Temporal.-** Luego de cortadas las prendas, éstas son separadas y organizadas por moldes las que luego son almacenadas en gavetas para luego ser confeccionadas. En esta área se controla que los cortes de las capas de la agrupación de telas realizadas en el área de corte según lo establecido se encuentren de acuerdo a las medidas diseñadas en el molde.
- **Área de Confección.-** Es el área en el cual se arman o se confeccionan las prendas en base a las piezas obtenidas de los moldes de la planta de corte. El espacio físico comprende diez módulos en los que el personal realiza diferentes actividades para

obtener como producto final la prenda, cabe recalcar que en cada módulo se pueden trabajar modelos diferentes.

- **Área de Planchado.-** Es una sección que se encuentra dentro de la Bodega de Producto Terminado, en dicha sección se planchan todas las prendas, con la finalidad de ser almacenadas en las gavetas para luego ser distribuidas.
- **Serigrafiado.-** En esta área se utiliza un patrón que es transferido a una tela por medios fotoquímicos, dicha tela es colocada en un marco llamado **Stencil**. Dependiendo del número de colores que lleve el diseño se realizan el número necesarios de stenciles que luego son colocados en una máquina llamada **“PULPO”** llamada así por contar con 8 brazos que salen de un centro giratorio el cual puede ser manual o mecánico.

Luego se coloca la prenda sobre una superficie plana ubicando el Stencil sobre ésta, se agrega tinta al Stencil y con una paleta se la hace pasar por el diseño imprimiendo la tinta (1 color) en la camiseta, haciendo girar el pulpo se repite el procedimiento con los demás brazos obteniendo al final una prenda con un diseño de varios colores.

La materia prima utilizada para la confección de las prendas es comprada en Colombia y en las mejores fábricas del Ecuador.

Entre sus proveedores constan: Pat Primo Colombia, Sajador y Fabricato y en el país su principal proveedor es Single Jersey. Entre sus principales clientes se encuentra De Prati que abarca el 95% de su producción, al cual se le realizan sus prendas que luego son enviadas a su centro de distribución y almacenes.

Cabe recalcar que las instalaciones en la cual funciona la empresa son propias y no tienen ningún gravamen.

1.2 Justificación del Proyecto

Actualmente la empresa produce de 22.000 a 24.000 prendas mensuales, las cuales son entregadas a su cliente estrella Almacenes De Prati, quienes adquieren el 95% de la producción.

En base a la situación política del país y debido a los aranceles cargados a las importaciones, el mercado de las empresas textiles nacionales se ha incrementado significativamente.

La empresa en lo que va del año 2009 ha tenido la oportunidad de incrementar el número de prendas mensuales en 20.000 unidades, debido a conversaciones sostenidas con cadenas de almacenes como ETA FASHION y SUPER ÉXITO, pero se ha visto obligada a rechazar estas ofertas por no tener el espacio físico suficiente para incrementar su capacidad, razón por la que la empresa está dejando de vender un promedio de 20.000 prendas mensuales.

A continuación se muestra la tabla 1, en la cual se detalla la producción mensual, demanda y demanda insatisfecha.

TABLA 1
DEMANDA INSATISFECHA 2009

MESES	AÑO 2009		
	PRODUCCIÓN MENSUAL	DEMANDA	DEMANDA INSATISFECHA
ENERO	23.342,00	43.342,00	20.000,00
FEBRERO	21.468,00	41.468,00	20.000,00
MARZO	18.681,00	38.681,00	20.000,00
ABRIL	23.654,00	43.654,00	20.000,00
MAYO	23.412,00	43.412,00	20.000,00
JUNIO	20.683,00	40.683,00	20.000,00
JULIO	28.688,00	48.688,00	20.000,00
AGOSTO	27.532,00	47.532,00	20.000,00
SEPTIEMBRE	23.433,00	43.433,00	20.000,00
OCTUBRE	23.433,00	43.433,00	20.000,00
NOVIEMBRE	23.433,00	43.433,00	20.000,00
DICIEMBRE	23.433,00	43.433,00	20.000,00
TOTAL	281.192,00	521.192,00	240.000,00

La tabla 1, muestra una producción promedio de prendas de 23.433,00 estimada a partir de enero hasta agosto. Como se puede apreciar al

finalizar el año 2009 la empresa dejaría de vender un promedio de 240.000 debido a la capacidad actual de la planta.

A lo anterior se suma la visión de los accionistas que en base a estudios de mercado han visto una oportunidad de negocio motivo por el cual han decidido invertir en la construcción de una nueva planta incrementando su capacidad actual en 20.000 prendas adicionales mensuales.

El promedio mensual de sobretiempo generado a través del presente año se encuentra en el 22,79% del sueldo mensual de los empelados, lo que representa un gasto que fluctúa en promedio 9.000 dólares, como se muestra en la tabla 2 y la figura 1.1.

TABLA 2
SOBRETIEMPO AÑO 2009

MES	Sueldos	Sobretiempo	%Sobretiempo/ Sueldos
ENERO	34.813,71	7.024,11	20%
FEBRERO	37.562,95	5.239,11	14%
MARZO	41.820,23	8.352,68	20%
ABRIL	40.269,88	9.678,89	24%
MAYO	45.723,25	13.384,25	29%
JUNIO	43.452,95	10.048,39	23%
JULIO	44.925,64	10.545,33	23%
AGOSTO	47.036,81	13.338,55	28%
SEPTIEMBRE	20.408,45	4.921,50	24%
PROMEDIO 2009	41.950,68	9.701,41	22,79%

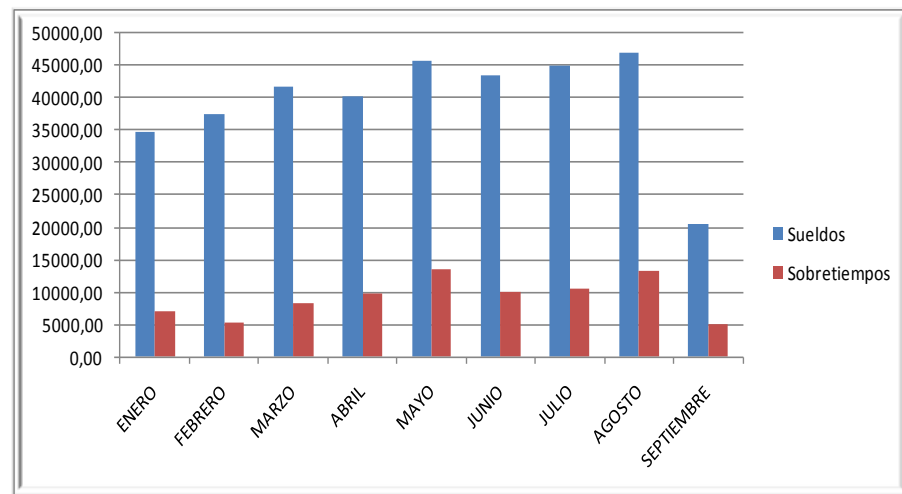


FIGURA 1.1: SOBRETIEPO AÑO 2009

La empresa se ve en la necesidad de incurrir en los sobretiempos, debido al aumento de la demanda y a que el espacio físico actual no permite adquirir más maquinaria.

En la bodega de Materia Prima, el 8% de los rollos se encuentran dañados o en mal estado, por el inadecuado almacenamiento, ya que por la falta de espacio son apilados hasta 5 niveles copando el alto de la estantería, aplastando el primer rollo, ocasionando el desperdicio.

En la actualidad la empresa produce en promedio de 22.000 a 24.000 prendas mensuales en un turno de 8 horas extendiéndose 2 horas extras diarias para poder cumplir con la demanda pactada.

Los administradores de la compañía consideran no extenderse un número mayor de horas de sobretiempo y mucho menos el trabajar en turnos nocturnos ya que por experiencia, el personal no produce con la misma habilidad, comprometiendo la calidad de las prendas, característica que es medida con altos estándares impuestos por su cliente estrella quien demanda el 95% de toda la producción dejando el 5% restante a clientes puntuales.

1.3 Establecimiento de Objetivos del Proyecto

1.3.1 Objetivo general

Realizar un diseño de planta que permita optimizar la disposición de los elementos del ciclo productivo: máquinas, recursos humanos y materiales en una nueva planta; de manera que los niveles de producción de la empresa se maximicen.

1.3.2 Preguntas de Investigación

Este punto permite realizar varias preguntas que son válidas para identificar los problemas presentes en la empresa, las

cuales durante el desarrollo de la presente tesis serán analizadas.

1. ¿Qué metodología debería ser utilizada para realizar el análisis de la situación actual?
2. ¿La distribución de la planta afecta directamente a la reducción de costos y al incremento de productividad?
3. ¿La capacidad actual abastece la demanda?
4. ¿La ubicación de las máquinas es la correcta?
5. ¿Se encuentran las líneas de producción balanceadas?
6. ¿La empresa cuenta con un adecuado sistema de almacenamiento?
7. ¿Existe demora en los despachos?
8. ¿La ubicación de la bodega de materia prima y producto terminado es la correcta?
9. ¿Existe pérdida de tiempo por recorridos innecesarios?
10. ¿Cómo se traslada el producto terminado hacia la bodega de producto terminado?
11. ¿Existen porcentajes altos de desperdicios?
12. ¿Actualmente se trabajan horas extras para poder cubrir la producción en base a la demanda?

1.3.3 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar un levantamiento de información para identificar los diferentes problemas que presenta la empresa.
- Seleccionar y utilizar la metodología adecuada para solucionar los problemas que la empresa presenta actualmente.
- Analizar el diagnóstico actual de la empresa.
- Realizar un diseño de planta, para solucionar los problemas identificados por capacidad, demanda insatisfecha, almacenamiento y traslados innecesarios.

1.3.4 Justificación del estudio

Las razones por las cuales se realiza el estudio son las siguientes:

- Disminuir las pérdidas de tiempo por traslados innecesarios.

- Determinar físicamente el lugar correcto para la distribución de las máquinas en la nueva planta.
- Controlar los daño de la materia prima, producto en proceso y terminado por el mal almacenaje de los mismos.
- Asegurar la disminución de desperdicios en tela.
- Disminuir aplazamientos y pérdida de pedidos por falta de capacidad.
- Mejorar el rendimiento del personal por baja iluminación, humedad, calor, entre otros factores.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Planteamiento de la hipótesis

Al realizar el Diseño de Planta se logrará:

- Incrementar en un 100% el nivel de producción con el aumento de maquinaria y mano de obra.
- Disminuir el 22,79% actual de horas extras.
- Eliminar el 8% de desperdicio de materia prima generado por el incorrecto almacenamiento, mediante un diseño de

la bodega que considera los espacios necesarios para la estantería y los diferentes niveles de almacenamiento.

1.4.2 Diseño de la Investigación

Este tema se realizará de acuerdo a los siguientes pasos:

Primero se realizará un levantamiento de información, para conocer el estado actual en la que se encuentra la empresa y así poder identificar los problemas que presenta.

Se investigará la metodología basada en el diseño de planta, que se deberá utilizar para solucionar o lograr la disminución de los problemas identificados en el levantamiento de información.

Luego se realizará el diagnóstico de la situación actual de la empresa. Se detallará como se encuentra el mercado, la capacidad de producción el proceso productivo, el sistema de almacenamiento, la manipulación del producto, los proveedores con los cuales se trabaja. Todo esto con el objetivo de identificar los problemas existentes en la planta para brindar soluciones según la metodología seleccionada.

Finalmente, se realizará el diseño de planta para lograr una mejor distribución de los equipos que permita cumplir con la demanda establecida y proyectada en el tiempo, al igual que la optimización de recursos, tiempos recorridos y mano de obra que actualmente se presentan por la restricción del espacio físico que dificulta la operación diaria.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

Para la determinación de un nuevo diseño de planta se debe considerar la integración de los recursos de la compañía: equipos, maquinaria, mano de obra, infraestructura, etc., garantizando la cercanía de las áreas, movimientos del material, almacenamiento, flujos óptimos y cualquier otra actividad o servicio.

2.1 Investigación

2.1.1 Objetivos Básicos de una Distribución

Los objetivos básicos de una distribución de planta son los siguientes

(1):

1. Integración conjunta de todos los factores que afecten a la Distribución.

Una distribución en planta es la integración de toda la maquinaria en instalaciones en una gran unidad operativa, es decir, que en cierto sentido convierte la planta en una máquina única.

2. Movimiento del material según distancias mínimas.

Siempre es mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta, por lo tanto se deben eliminar los traslados que no añadan ningún valor agregado al producto. Al trasladar el material se debe procurar ahorrar reduciendo las distancias que éste debe recorrer, esto significa que se deben colocar las operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.

3. Circulación del trabajo a través de la planta.

Es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales, lo que quiere decir que el material se moverá progresivamente de cada operación al siguiente, hacia su terminación.

4. Utilización efectiva de todo el espacio.

Se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible tanto en vertical como horizontal. Esto consiste en la ordenación de los diversos espacios ocupados por los hombres, materiales, maquinarias y servicios auxiliares, por esto una buena distribución debe utilizar la tercera dimensión de la fábrica tanto como el área del suelo.

5. Satisfacción y seguridad de los trabajadores.

Siempre será más efectiva la Distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores. Una distribución nunca puede ser efectiva si se somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

6. Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier reajuste.

Una distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes siempre será más efectiva, por eso es importante que una distribución permita obtener una planta fácilmente adaptable o ajustable con rapidez y economía.

2.1.2 Factores que afectan a la Distribución

Existen ciertos factores que afectan cualquier distribución de planta y estos se mencionan a continuación (2):

1. Material

Se considera como el factor más importante para la distribución e incluye el diseño, características, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.

2. Maquinaria

Después del material, el equipo de proceso y la maquinaria son factores que influyen en orden de importancia. La información que obtengamos de éste factor es de gran importancia para efectuar la distribución apropiada.

3. Hombres

Como factor que afecta de alguna manera a la distribución de planta, el hombre es el elemento más flexible y que se adapta a cualquier tipo de distribución con un mínimo de problemas, aquí es muy importante tomar en consideración las condiciones de trabajo.

4. Movimiento (Características del manejo de materiales en envases)

El movimiento de materiales es tan importante que la mayoría de industrias tienen un departamento especializado de manejo de materiales.

5. Espera (Almacenamiento y retrasos)

El objetivo principal será siempre reducir los circuitos de flujo de material a un costo mínimo. Cuando se detiene un material, se tendrá una demora que cuesta dinero, aquí el costo es un factor preponderante.

6. Servicios

Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios se clasifican en:

- Servicios al personal.
- Servicios al material.
- Servicios a la maquinaria.

2.1.3 Naturaleza de los problemas de Distribución de Planta

Los problemas de planta pueden presentarse de 4 maneras diferentes, como se explica a continuación (1):

1. Proyecto de una planta completamente nueva.

La distribución que se determine permitirá iniciar el nuevo diseño considerando la integración de todas las áreas. El diseño de la nueva planta busca optimizar la distancia recorrida, éste caso suele darse en empresas que van a iniciar un nuevo tipo de producción o cuando la empresa desea trasladarse a una nueva área por motivos de expansión.

2. Expansión o traslado a una planta ya existente.

Esta teoría se basa en adaptar el producto, los elementos y el personal de una organización ya existente a una planta distinta que también ya existe. Éste opción busca eliminar las viejas prácticas, determinar nuevos procesos y métodos que permitan desarrollar de manera más eficiente las operaciones realizadas.

3. Reordenación de una distribución ya existente.

Esta opción se basa en conseguir que su distribución integre las áreas. El problema consiste en utilizar todos los recursos existentes y adaptarlos a los nuevos planes,

métodos y equipos debido a que se encuentra limitado por el espacio existente, lo cual no siempre asegurará que la reordenación de la distribución sea la más óptima y mejore su eficiencia.

4. Ajustes menores en distribuciones ya existentes.

Estos ajustes ocurren cuando se busca la ordenación de las áreas de trabajo, del personal y del emplazamiento de los materiales. Se basa en introducir mejoras en una ordenación ya existente sin cambiar el plan de distribución de conjunto y con un mínimo de costosas interrupciones o ajustes en la instalación. Esto suele suceder cuando se emprende la fabricación de un producto adicional con similares características al de uno ya existente ya que obliga a buscar un método o un tipo de equipo mejor.

2.2 Metodologías empleadas para el diseño de una planta

En esta sección se detallarán las metodologías utilizadas con mayor frecuencia en el diseño de una planta.

2.2.1 CARTA FROM-TO

Esta herramienta permite determinar el número de movimientos entre las áreas existentes en la planta, dicha herramienta es un método cualitativo.

Los pasos para realizar una carta From –To son los siguientes:

1. Determinar las áreas existentes en la planta. Ver figura 2.1

Lista de áreas
Área 1
Área 2
Área 3
.
.
.
Área n

FIGURA 2.1 LISTA DE ÁREAS

2. Colocarlas en una matriz de manera horizontal y vertical, con la finalidad de crear la relación entre las áreas. Ver figura 2.2.

	Área 1	Área 2	Área 3	.	.	.	Área n
Área 1							
Área 2							
Área 3							
.							
.							
.							
Área n							

FIGURA 2.2 CARTA FROM-TO 1

3. Finalmente se debe contabilizar los movimientos realizados entre todas las áreas. Ver figura 2.3

	Área 1	Área 2	Área 3	.	.	.	Área n	TOTAL
Área 1	0	1	2					
Área 2	2	0	2					
Área 3	2	3	0					
.				0				
.					0			
.						0		
Área n							0	
TOTAL								

FIGURA 2.3 CARTA FROM-TO 2

4. Las Cartas From – To, pueden ser diarias, semanales, mensuales o anuales.

2.2.2 CRAFT (Computerized Relationship Layout Planning)

La sigla CRAFT en español significa la Ubicación Relativa Computarizada de Instalaciones. CRAFT es un programa que tiene dos objetivos fundamentales, encontrar algoritmos con buenos tiempos de ejecución y buenas soluciones, aunque no siempre la solución garantice ser la óptima.

CRAFT requiere entradas cuantitativas: un flujo de materiales en la forma de un gráfico desde-hasta, unos costos de movimiento, en la forma de costo por unidad movida/unidad de distancia y una disposición inicial, pero no limitada a una

disposición existente. CRAFT trabaja de la siguiente manera (3):

1. Los centros de cada departamento son determinados y las distancias entre cada centro son calculadas y almacenadas en una matriz de distancia.
2. Las distancias son multiplicadas por la matriz de flujo y por la de costo, para determinar el costo de transporte total para la distribución
3. Por cada departamento sucesivo, el algoritmo identifica todos los posibles intercambios con otros departamentos. Para considerar un intercambio, dos departamentos tienen que compartir un borde común, así como el que sean del mismo tamaño.
4. Los costos de reducción de todos los intercambios son calculados para identificar el mayor costo de reducción.
5. El proceso completo es repetido con los cambios de los departamentos, formando nuevas disposiciones. La rutina finaliza cuando no hay intercambios de departamentos.

2.2.3 CORELAP (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique)

CORELAP usa la carta de relaciones como entrada, el usuario asigna pesos para las relaciones. Estos pesos numéricos son llamados "Necesidades de proximidad" (CR).

Se debe ser cuidadoso al seleccionar estos valores si desea que los resultados reflejen la verdadera importancia de las relaciones.

CORELAP calcula un "Total de necesidades de proximidad" (TCR) para cada departamento.

El procedimiento de selección de CORELAP es determinístico, selecciona el departamento con el mayor TCR. Luego relaciona los departamentos ya seleccionados con los restantes basados en la necesidad de cercanía o mayor relación (A, E, I, O, U, X). CORELAP elabora una estructura en bloques para la disposición de los departamentos.

CORELAP no toma un área de construcción para disponer los departamentos, por el contrario, la figura final de la disposición depende del orden de selección de los departamentos y de sus relaciones de cercanía. Este método no genera alternativas de

distribuciones ya que sólo se obtiene una mediante el método (3).

2.2.4 ALDEP (Automated Layout Design Program)

ALDEP Automated Layout Design Program utiliza un número de alternativas de disposiciones y utiliza la matriz de relaciones para determinar la importancia de los departamentos adyacentes (4).

El procedimiento de selección utiliza reglas simples para entrar departamentos que tienen clasificaciones altas siendo cercas unas de otras. Sin embargo tiene una fuerte aleatorización de componentes que ayuda a crear varias disposiciones alternantes.

El procedimiento de colocación de ALDEP, es también bastante simple pero siempre hace varias alternativas para ser creado. El usuario tiene que especificar la longitud y ancho de la facilidad y el área de cada departamento. Además el ALDEP utiliza un algoritmo de barrido, de forma que selecciona aleatoriamente un primer departamento y lo sitúa en la esquina noreste de la

planta, colocando los demás en forma sucesiva en función de las especificaciones de proximidad dada, para obtener diferentes disposiciones.

ALDEP convierte la información de entrada en cuadriculados. Así después selecciona un factor de escala apropiado. ALDEP crea un cuadriculado en facilidad y sesiona un número de cuadriculados a cada departamento en proporción a su área. Para crear una disposición de bloque, ALDEP coloca departamentos en el orden determinada por el procedimiento y bloques apropiado de selección apropiando un numero de cuadriculados basados en el barre ancho y en un patrón de zig-zag.

2.2.5 SPL (Systematic Plant Layout)

Esta herramienta, permite analizar y determinar la cercanía de las áreas basado en motivos de cercanía y grado de relación, con lo cual sugiere posibles distribuciones en las cuales se busca el recorrido óptimo que se basa en la distancia mínima. El SPL es un método cualitativo (6).

Pasos de la planeación sistemática de la distribución en planta

La planeación sistemática de la distribución en planta se clasifica en 4 pasos, según se detalla a continuación:

- 1. Localización.-** Consiste en definir la ubicación de las áreas en la planta.
- 2. Distribución general.-** Se define la cercanía, relación y el requerimiento de espacios entre las áreas basado en los patrones básicos de flujo.
- 3. Distribución detallada.-** Se define donde se ubicará cada pieza, equipo, instrumentos de oficina dentro de las áreas definidas basado en las dimensiones planteadas.
- 4. Instalación.-** Consiste en implementar el diseño de la distribución planeada, indicando los detalles de la distribución y realizando los ajustes necesarios.

Para determinar la relación entre las áreas, se define motivos de cercanía que se basan en la justificación del porqué deben encontrarse cerca. Los más frecuentes son los siguientes:

1. Flujo de material
2. Flujo de Personas
3. Flujo de Información
4. Conveniencia
5. Supervisión

Los grados de relación permiten definir qué tan importante o poco importante debe ser la relación entre las áreas, la escala que se utiliza para obtener el grado de relación entre las áreas es la siguiente. Ver figura 2.4

GRADO DE RELACIÓN	
A	Absolutamente Importante
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Poca Importancia
U	Sin Importancia
X	No Deseable

FIGURA 2.4 GRADO DE RELACIÓN

Luego de determinar los motivos de cercanía y el grado de relación de las áreas, la metodología exige realizar una matriz de relación, dicha matriz se elabora identificando las áreas y

asignando el motivo de cercanía y el grado de relación entre todas las áreas, con la finalidad de evaluar los motivos de cercanía y la importancia de su ubicación en la nueva distribución. A continuación se muestra un ejemplo de la matriz de relación. Ver figura 2.5

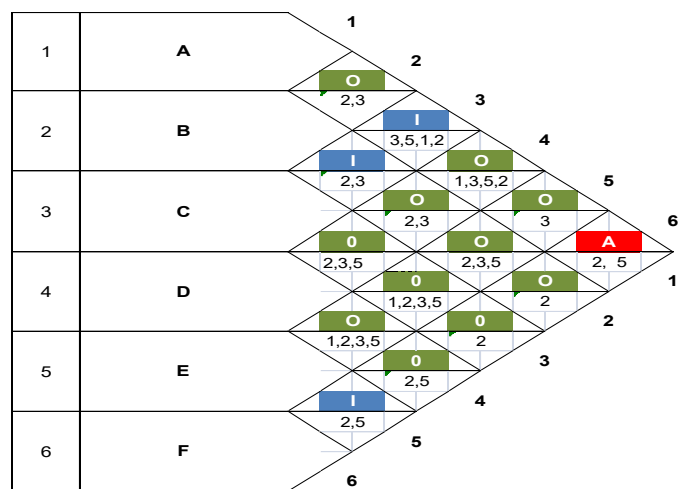


FIGURA 2.5 MATRIZ DE RELACIÓN

En la matriz de relación se puede identificar con colores los grados de relación, ya que la metodología sugiere realizar un diagrama de relaciones, dicho diagrama consiste en ubicar las áreas existentes en bloques y relacionarlas entre sí, basado en los colores asignados a los grados de relación. Ver figura 2.6

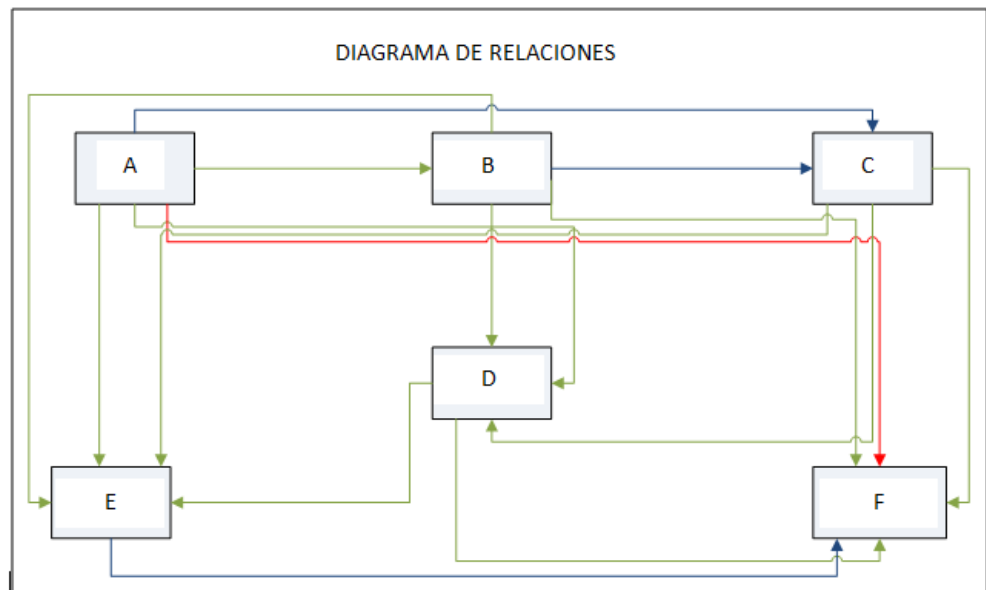


FIGURA 2.6 DIAGRAMA DE RELACIONES

Luego de determinar la cercanía y relación de las áreas, basados en el método se deben realizar diagramas de bloques que muestren varias opciones basados en la ubicación sugerida por la matriz de relación. Los bloques Inicialmente se colocarán de manera simétrica, es decir la medida de los bloques será la misma, pero luego serán remplazados por las medidas reales basados en los requerimientos de espacio.

Finalmente se calculan las distancias recorridas entre las áreas basado en las opciones de distribución sugeridas. La distancia recorrida se la obtiene de la multiplicación del número de

movimientos entre las áreas y la distancia recorrida basada entre los departamentos con las dimensiones reales.

2.2.6 QAP (Quadratic Assignment Problem)

Este método se basa en algoritmos matemáticos, en general los problemas de optimización cuadráticos son problemas de optimización no lineal en los cuales una función no cuadrática, debe minimizarse o maximizarse sujeta a restricciones lineales y usualmente a restricciones no negativas en las variables de diseño (5).

En el problema de asignación cuadrático existe n departamentos que serán ubicados o distribuidos en n sitios, es decir el espacio a distribuir se divide en n sitios o espacios exactamente iguales por restricción.

Básicamente esto explica que inicialmente se debe definir los espacios disponibles en la planta y asignarle una ubicación y medidas simétricas arbitrarias, para obtener la matriz de distancias, que se la calcula tomando la distancia entre las áreas desde los centros medios.

Luego de esto, se utilizará el solver, programa en el cual se establecerá las restricciones para calcular las formulas matemáticas basado en probabilidades, que determinará la matriz de resultados, dicha matriz mostrará la distancias óptimas entre las áreas relacionadas y la función objetivo será la minimización de la distancia recorrida.

La matriz de resultados mostrará las distancias óptimas basada en las dimensiones arbitrarias que se colocó a las áreas que inicialmente, se asignaron arbitrariamente a los espacios disponibles.

También se obtiene la matriz de asignación la cual muestra la ubicación de los departamentos en los sitios disponibles en la planta. Se realiza la distribución basada en la asignación encontrada, y se le pone las medidas reales a todas las áreas obtenidas en el requerimiento de espacio.

Finalmente para determinar la distancia recorrida de la ubicación de las áreas sugeridas por la metodología, se multiplica la cantidad de movimientos existentes entre los departamentos de origen y destino por la distancia entre los

sitios asignados. Esto se deberá realizarse con todas las áreas con la finalidad de tener la distancia total recorrida de la opción obtenida mediante el QAP.

2.3 Selección del método a utilizar

Basado en los criterios de evaluación se escogerá el método o los métodos que serán empleados para el presente estudio. La escala que se utilizará para la calificación de los criterios se muestra en la figura 2.7.

ESCALA	
70%	Alto
20%	Medio
10%	Bajo

FIGURA 2.7 ESCALA DE MEDICIÓN

Definida la escala de medición, los criterios a evaluar son los siguientes:

- Confiabilidad de la solución obtenida.
- Accesibilidad al programa.
- Grado de complejidad.

Se asignarán los pesos a cada uno de los criterios según la metodología a evaluar. Ver figura 2.8

Método	Confiabilidad de la Solución Obtenida	Accesibilidad al Programa	Grado de Complejidad	Método seleccionado
CRAFT	Medio  20%	Bajo  10%	Alto  70%	100%
CORELAP	Bajo  10%	Bajo  10%	Medio  20%	40%
ALDEP	Medio  20%	Bajo  10%	Alto  70%	100%
SPL	Alto  70%	Alto  70%	Medio  20%	160%
QAP	Alto  70%	Alto  70%	Medio  20%	160%

FIGURA 2.8 SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS

2.4 Método Seleccionado

Según la evaluación realizada a las metodologías descritas en el punto 2.2, se obtuvo que las metodologías que serán utilizadas en este sean SPL (Systematic Plant Layout) y QAP (Quadratic Assignment Problem).

Durante el desarrollo del estudio se determinará cuál de las dos metodologías antes mencionadas, proporcionará la distribución óptima para el nuevo diseño de planta basado en la distancia mínima recorrida.

CAPÍTULO 3

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para conocer e identificar los problemas que actualmente posee la empresa y hacer su respectivo análisis, se realizará un levantamiento de información que involucre el mercado, el proceso productivo, el movimiento de materia prima y producto terminado, almacenamiento, máquinas utilizadas y estructura organizacional.

Para realizar este estudio se emplearán varias técnicas que permitirán verificar las necesidades presentes en la empresa.

3.1 Análisis de la situación actual

Análisis de Mercado

Actualmente la empresa no puede cubrir la demanda generada por otros clientes que no sea su cliente estrella “Almacenes De Prati”, debido a que ellos representan el 95% de sus ventas.

En los tres últimos años, las camisetas, blusas y vestidos representan el 80% de la producción como se muestra en la figura 3.1. El balanceo de línea para el nuevo diseño de planta estará enfocado en el proceso estándar de los artículos antes mencionados.

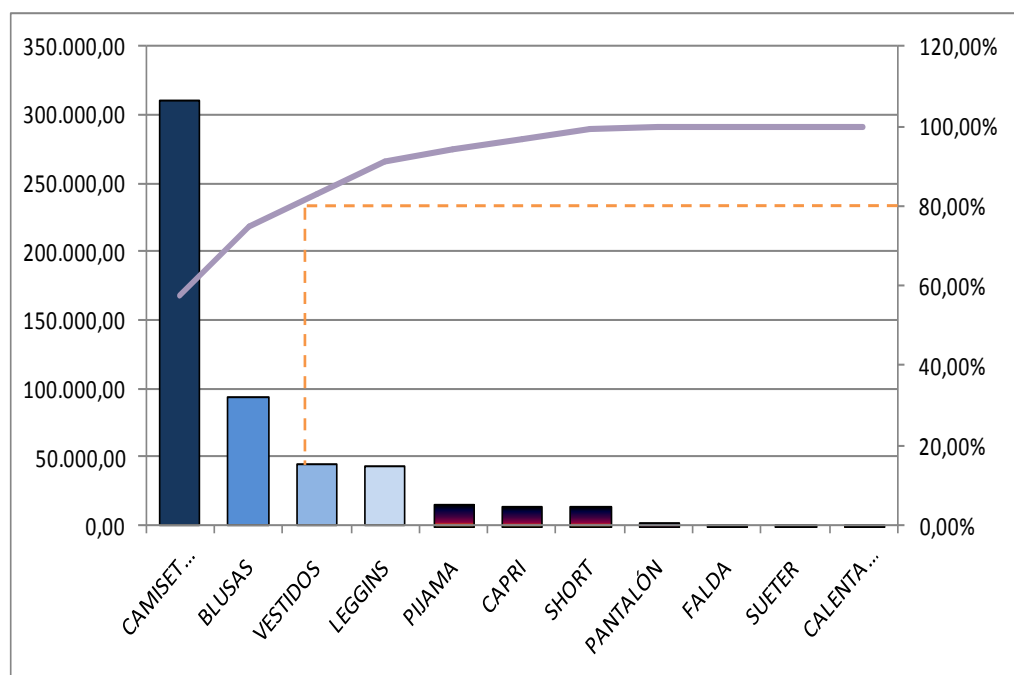


FIGURA 3.1: PRODUCCIÓN ACUMULADA

AÑOS 2007/2008/2009

Como se puede observar en la figura 3.2, desde el año 2007 al 2009 la tendencia de las ventas es creciente debido a factores externos que han afectado al mercado textil y a las fuertes estrategias de mercado que la compañía ha implementado.

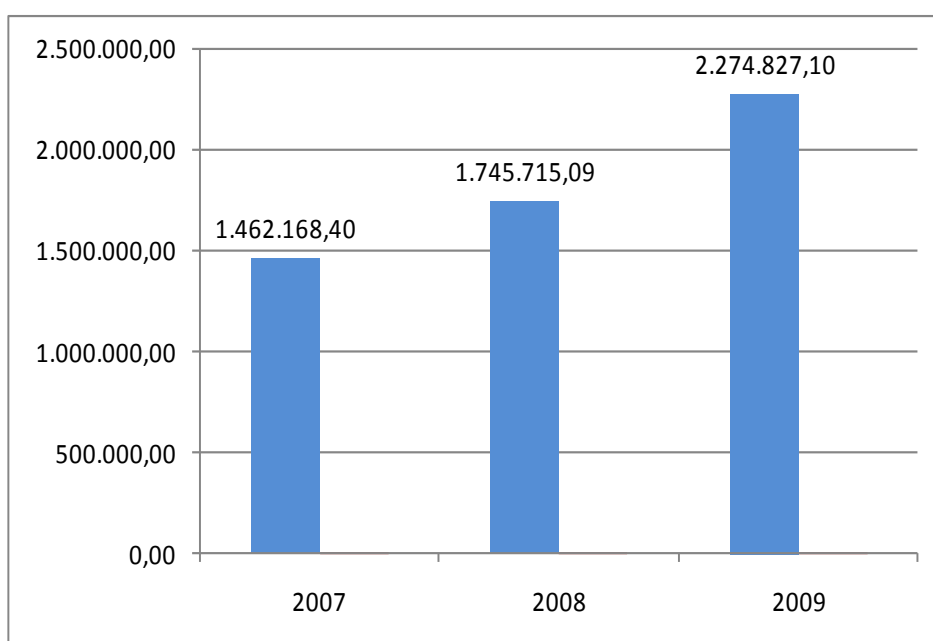


FIGURA 3.2: TENDENCIA DE VENTAS

Del año 2008 al 2009 las ventas se han incrementado en un 30,31%, valor que representa las ventas hasta el mes de agosto del año en curso, razón por la cual para efecto de la tesis se tomará el promedio de prendas mensuales hasta lo que va del año y se lo colocará en los meses que faltan para poder estimar el incremento de prendas entre el año 2008 y 2009 como se muestra en la tabla 3.

TABLA 3
PRODUCCIÓN TOTAL DE PRENDAS

MESES	PRODUCCIÓN TOTAL DE PRENDAS		
	2007	2008	2009
ENERO	18.978,00	13.827,00	23.342,00
FEBRERO	21.468,00	25.052,00	21.468,00
MARZO	18.681,00	21.626,00	18.681,00
ABRIL	24.263,00	22.873,00	23.654,00
MAYO	17.947,00	24.419,00	23.412,00
JUNIO	20.615,00	16.285,00	20.683,00
JULIO	25.785,00	19.879,00	28.688,00
AGOSTO	20.941,00	19.285,00	27.532,00
SEPTIEMBRE	22.397,00	10.344,00	23.433,00
OCTUBRE	23.364,00	27.844,00	23.433,00
NOVIEMBRE	22.388,00	30.458,00	23.433,00
DICIEMBRE	15.271,00	22.215,00	23.433,00
TOTAL	252.098,00	254.107,00	281.192,00

Como se puede apreciar en la tabla, del año 2008 al 2009 existiría un incremento de producción de 27.083 prendas que representan un 10,65%. Para efecto de la proyección y dejando un margen de seguridad se estimará un 5% de crecimiento anual, tomando en cuenta que a la capacidad actual se incrementarían 20.000 prendas adicionales del año 2009 al 2010 y de ahí en adelante se usará el 5% proyectado.

Análisis de Producto

Los productos que ofrece la empresa textil en la cual se está realizando el estudio, se encuentran enfocados en varios segmentos desde niñas preescolares hasta tallas de mujeres grandes consideradas como tallas plus.

El estudio muestra que las prendas que representan el 80% de la producción son las camisetas, blusas y vestidos, motivo por el cual serán las prendas en las cual se centrará el estudio.

Los materiales que se utilizan para la confección de las prendas se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 4
MATERIALES ESTÁNDARES PARA LA CONFECCIÓN DE UNA PRENDA

MATERIALES ESTÁNDARES PARA LA CONFECCIÓN DE UNA PRENDA
tela
hilo
botones
accesorios
etiquetas
agujas
broches
cierres
tijera
encaje

Actualmente sus proveedores principales son Pat Primo, Sajador y Fabricato fuera del país y dentro del país su principal proveedor es Single Jersey.

A continuación se muestra la **LISTA DE MATERIALES** empleada para el proceso productivo de confección de prendas, ver figura 3.3.

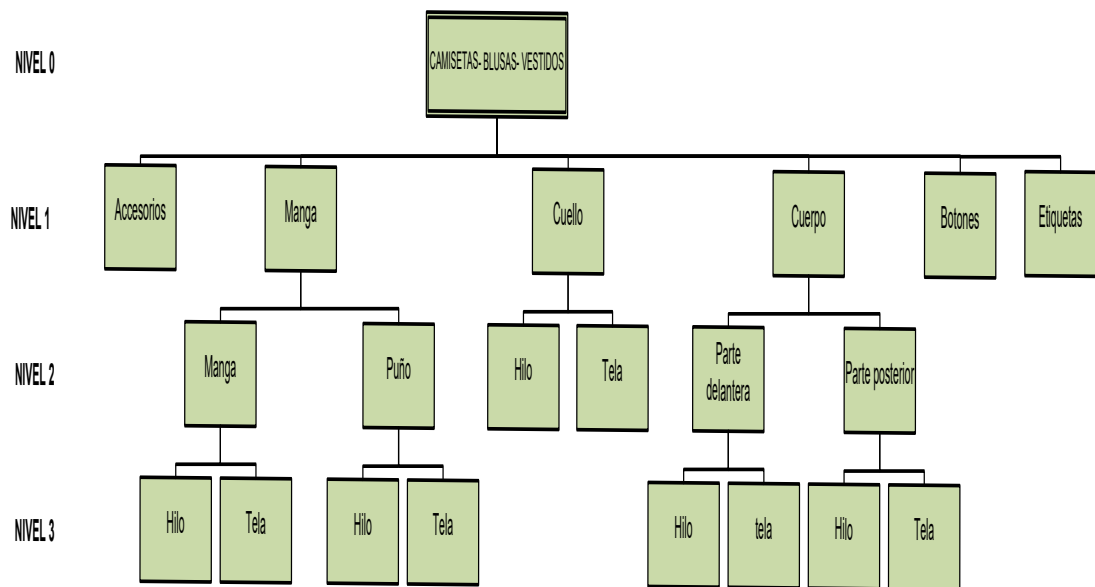


FIGURA 3.3: LISTA DE MATERIALES (BOM)

Análisis del Proceso Productivo

Para la confección de las prendas el proceso productivo de las camisetas, blusas y vestidos es similar.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Diseño
- Tendido de tela

- Corte
- Seccionamiento
- Confección
- Serigrafiado
- Empaque y codificación

El proceso comienza desde la recepción de materia prima (rollos de tela), los mismos que son inspeccionados y luego almacenados en la Bodega de Materia Prima.

Emitida la orden de producción, el área de diseño envía al personal de corte el plotter con los diferentes cortes que se van a sacar de cada tendido de tela.

Realizado los cortes, éstos son enviados al área de Bodega Temporal donde se los clasifica y almacena en gavetas por cortes y tallas, cumplido el paso anterior las gavetas son trasladadas al área de confección.

Confeccionadas las prendas finales, éstas son trasladadas en baldes a la bodega de producto terminado que se encuentra en la planta alta.

En la bodega de producto terminado se las plancha, codifica y se les adiciona la etiqueta de identificación de la prenda y precios.

Finalmente, las prendas son clasificadas y almacenadas en las gavetas de transporte considerando el modelo, talla y el almacén de destino.

Cabe recalcar que a la gaveta se le agrega una codificación con la cantidad de prendas que contiene y el almacén de destino.

En la actualidad el área de confección consta con diez módulos de trabajos, cada uno de los cuales realiza los modelos finales que serán entregados a la bodega de producto terminado para su distribución.

Adicionalmente, en ésta área constan los supervisores de producción y el personal de las áreas complementarias al proceso como son las de deshilachado y Serigrafiado.

A continuación se muestra el **DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO** que se realiza en la planta. Ver figura 3.4.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				
EMPRESA :	DISEX S.A	ACTIVIDADES		% DE ACTIVIDADES
FECHA :	22/09/2009	OPERACIÓN	13	52,00%
ÁREA :	PRODUCCIÓN	TRANSPORTE	5	20,00%
RESPONSABLE:	DC- SV	ALMACENAMIENTO	2	8,00%
INICIA EN :	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	DEMORA	1	4,00%
TERMINA EN :	ALAMCENAMIENTO TEMPORAL	INSPECCIÓN	4	16,00%
COMENTARIO:		TOTAL	25	100,00%
No.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	SÍMBOLO		
1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	○	→	▽
2	INSPECCIÓN DE MATERIA PRIMA	○	→	▽
3	ALMACENAR LA MATERIA PRIMA EN LA BODEGA DE MATERIA PRIMA	○	→	▽
4	TRASLADO DE MATERIA PRIMA AL AREA DE CORTE	○	→	▽
5	CORTE DE TELAS SEGÚN DISEÑO ESTABLECIDO POR EL PLOTTER	○	→	▽
6	LLENAR CANASTOS	○	→	▽
7	TRASLADO DE CANASTOS AL ÁREA DE INSPECCIÓN Y SECCIONAMIENTO	○	→	▽
8	ACUMULAR CANASTOS	○	→	▽
9	INSPECCIÓN DEL CORTE	○	→	▽
10	DIVIDIR Y AGRUPAR CORTES SEGÚN MOLDE (PIEZAS)	○	→	▽
11	LLENAR EN GAVETAS SEGÚN MOLDE (PIEZAS)	○	→	▽
12	ACUMULACIÓN DE GAVETAS (SEGÚN DISEÑO)	○	→	▽
13	TRALADO AL ÁREA DE CONFECCIÓN (PLANTA)	○	→	▽
14	ACUMULACIÓN DE GAVETAS DE MOLDES SEGÚN PRODUCCIÓN DIARIA	○	→	▽
15	CONFECCIÓN DE LA PRENDA	○	→	▽
16	INSPECCIÓN DE PRENDAS DURANTE EL PROCESO DE CONFECCIÓN	○	→	▽
17	TRASLADO AL ESPACIO DESIGNADO PARA PRENDAS TERMINADAS	○	→	▽
18	LLENADO DE BALDES DE ALMACENAMIENTO DE PT	○	→	▽
19	ESPERA PARA SER TRASLADADO A LA ZONA DE DESPACHO	○	→	▽
20	TRASLADO (SUBIR) A DESPACHO	○	→	▽
21	INSPECCIÓN	○	→	▽
22	ADHERIR ETIQUETA	○	→	▽
23	EMBALAJE	○	→	▽
24	CODIFICACIÓN DE GAVETA QUE CONTIENE EL PRODUCTO TERMINADO	○	→	▽
25	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	○	→	▽

FIGURA 3.4: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Como se aprecia en el diagrama de flujo de proceso existe un número significativo de actividades de transporte y demoras que representan un 24% del total de actividades realizadas en la producción de las prendas.

Otro porcentaje significativo es el de las actividades de inspección que representa el 16%, esto se debe a que las prendas deben tener un

alto nivel de calidad por los estándares exigidos por el cliente estrella de la empresa.

A continuación en la tabla 5, se detallan las máquinas y equipos utilizados en el proceso productivo:

TABLA 5
MAQUINARIAS Y EQUIPOS

MAQUINARIAS Y EQUIPOS	
Descripción	Cantidad
Recubridora Elec.	8
Recubridoras	12
Recubridora con dosificador de elástico	1
Botoneras	2
Elasticadora	1
Ojaladora	2
Multiagujas	2
Picueta	1
Cortadora Sesgo	1
Enconadora 2 conos	1
Enconadora 1 cono	1
Desilachadora	4
Recta	32
Recta Elec.	15
Overlock	21
Overlock Neumatica	20
Overlock con dispositivo para elástico	1
Overlock con dosificador para cordon	1
Pupo manual 8 brazos (serigrafía)	2
Pulpo eléctrico 12 brazos (serigrafía)	1
Cortadora electrica	2
Mesas de corte	2
Gavetas	320
Planchas	6
Baldes	10
Balanza digital	2
Codificadora	5
Plotter	1

De las máquinas descritas en el listado anterior solo las Rectas, Overlock y Recubridoras están ubicadas directamente en los módulos dejando las Desilachadoras, elasticadoras y demás máquinas de acabados en distintos sectores complementarios.

Análisis de la Planificación de la Producción

Referente a la planificación de la producción, la empresa trabaja bajo un sistema MAKE TO ORDER. Debido a que el 95% de la producción está destinada a un cliente estrella, éste es quien rige la programación de la planta.

El cliente comunica vía correo electrónico su requerimiento, éste puede ser, un modelo definido previamente por ellos o puede solicitar el diseño por parte de la empresa en base a la tendencia de la moda y a la temporada.

Definido el diseño, se elabora el conjunto de muestras de prendas (llamado patrón) el cual es revisado y aprobado por el cliente.

Aprobadas las prendas, el cliente emite su pedido donde especifica la cantidad de prendas que requiere de cada modelo y la prioridad de

producción. Definido el paso anterior, el pedido es ingresado por la Asistente de Gerencia a la base de datos de pedidos pendientes.

El Jefe de Producción realiza el Plan Maestro de Producción y el Programa de Producción Mensual, en base a las prioridades impuestas por el cliente, disponibilidad de materia prima y a su experiencia, tomando en cuenta la fecha de ingreso del pedido. Dicho programa es enviado a los Supervisores de Producción quienes distribuyen la carga de trabajo a los diferentes módulos.

Cabe recalcar que existe un procedimiento definido por el cliente en donde todo pedido debe ser ingresado con 30 días de anticipación, fecha que no siempre se cumple por cambios en las prioridad propias del cliente. En la actualidad existe una programación muy flexible, afectada por pedidos no programados, ingresos de pedido a destiempo, dificultando la programación e incrementando niveles de inventario.

Análisis de la Estructura organizacional

En lo que respecta al personal, la empresa actualmente consta con 130 personas como empleados de la fábrica y 20 empleados

considerados como personal administrativo distribuidos en las diferentes áreas que la constituyen.

A continuación se presenta el **DIAGRAMA DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ACTUAL DE LA COMPAÑÍA**.

Ver APENDICE A.

Como se puede apreciar en el apéndice A, existen 4 áreas conformadas, cada una consta con personas especializadas que en conjunto logran cumplir con los requerimientos que en la actualidad tiene la compañía. Dichas áreas son:

- Diseño
- Producción
- Despacho
- Contabilidad

A continuación se detalla las áreas que conforman la Compañía y las actividades que realizan sus integrantes de manera general:

Área de Diseño

- **Jefes de Diseño:** Actualmente existen 2 jefes, ya que están dirigidos a segmentos diferentes, uno de ellos se encarga del segmento (preescolar-adolescentes) y el otro jefe del segmento (jóvenes – señoras plus), ellos son los encargados de ver las tendencias de la moda actual y de llevar a cabo el diseño de muestras para el cliente.
- **Diseñadores:** Colaboran con los Jefes de Diseño en la elaboración de nuevos diseños, son los encargados directos del diseño de cortes en el plotter para disminuir el desperdicio de tela.
- **Operarios de costuras:** Son los encargados de realizar el conjunto de muestras que se mostrarán al cliente para su aprobación.

Área de Contabilidad

El área de Contabilidad está conformada por el Contador, su asistente y un auxiliar de Contabilidad quienes en conjunto manejan la información financiera de la compañía, roles de pago, etc., actividades que no fueron descritas en mayor grado por pedido del Gerente de la Compañía.

Área de Producción

- **Jefe de Producción:** Es el encargado de realizar el Plan Maestro de Producción y el Programa de producción mensual. Vela por la correcta operatividad de la planta, manejo del personal, calidad de los productos y la Seguridad del personal y las instalaciones.
- **Supervisores de Producción:** Realizan la distribución del personal de acuerdo a las necesidades de producción. Coordina con los Supervisores de Bodega y mantenimiento la disponibilidad de Materia prima y disponibilidad de máquinas. Supervisa al personal y realiza inspecciones constantes a las prendas durante todo el proceso productivo.
- **Operarios de Tendido y Corte:** Encargados de recibir los rollos de tela, realizar el correcto tendido y corte de la misma según el diseño del Plotter.
- **Operarios de Costura:** Encargados de la confección de las prendas. Verifican la calidad de las prendas durante el proceso.

- **Operarios de Serigrafía:** Realizan la impresión de diseños a las prendas.
- **Supervisor de Mantenimiento:** Encargado del mantenimiento de las instalaciones y de mantener la operatividad de las máquinas. Realiza los programas de mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos averiados. Coordina con el Supervisor de Producción y el Jefe de Producción los requerimientos de equipos de la planta.
- **Técnicos de Mantenimiento:** Encargados de dar el mantenimiento a los equipos e instalaciones de la compañía.
- **Supervisor de Bodega de Materia Prima:** Vela por la administración de los rollos de tela, su función va desde la coordinación con el Jefe de Producción para la compra de los rollos de tela, el pesaje y correcto almacenaje de los mismos. También es encargado de la Bodega Temporal y del personal que ahí se desempeña.

- **Operarios de Bodega Temporal de Despacho:** Son los encargados de recibir e inspeccionar las gavetas con las piezas provenientes del área de corte.
- Realizan también la segmentación de la materia prima, dividiéndola según pieza y talla para la producción.
- **Supervisor de Bodega de Accesorios:** Encargado de los requerimientos de artículos complementarios de las prendas (botones, broches, etc.), también es el encargado de la compra de los recursos para la planta (agujas, cierras, materiales de oficina, etc.).
- **Asistente de Bodega de Accesorios:** Asiste al supervisor de Bodega de accesorios en el manejo de la Bodega.

Área de Despacho

- **Jefe de Despacho/Bodega de Producto Terminado:** Encargado del correcto embalaje, codificación y distribución de las gavetas de prendas terminadas.

- **Operarios de Despacho:** Encargados de colocar el precio e identificación de las prendas y gavetas.

Personal Complementario

- **Recepcionista:** Recepta y direcciona las llamadas entrantes y salientes de la planta. Asiste al Gerente General en la elaboración de informes.
- **Asistente de Gerencia:** Encargada de recibir los pedidos de los clientes y el ingreso de los mismos al sistema.
- Coordina con el Jefe de Producción los requerimientos de producción y lo asiste en la elaboración del Plan Maestro de Producción.

Análisis de Manipuleo y Almacenamiento

En la actualidad el almacenamiento y manipuleo se realiza dependiendo de la Bodega:

Bodega de Materia Prima

La bodega está ubicada en el Segundo piso y el almacenamiento se lo realiza en estanterías diseñadas para rollos de hasta 1,50 mts de longitud. En la actualidad la longitud de los rollos varía entre [1,20 mt - 1,50 mt] y se los coloca en las estanterías uno sobre el otro hasta el tope de cada posición lo que ocasiona pérdidas por daño de la tela, producto del peso y el estiramiento que sufre en el almacenamiento. Ver figura 3.5.



**FIGURA 3.5: ESTANTERÍA ACTUAL DE BODEGA DE MATERIA
PRIMA**

Parte de los rollos de tela son colocados en la parte inferior de las mesas de trabajo del área de corte debido a que no existe suficiente espacio en la Bodega de Materia Prima. Ver figura 3.6.



FIGURA 3.6: MESAS DE CORTE

No existe una frecuencia fija con que se solicita materia prima ya que depende del programa de producción mensual y de la experiencia del Supervisor.

Se ingresa la orden de compra al momento de ingresar el pedido en caso de que la tela sea de procedencia nacional, en el caso de telas importadas, la importación de las mismas dura un periodo máximo de 45 días, por lo que la orden de compra se ingresará inmediatamente luego de que el cliente hace el pedido y basado en el pacto establecido con él, se ingresará el pedido cuando las telas se encuentren en la bodega para incluirlo en programa de producción.

En promedio se solicita tela todos los días porque no existe un programa ni un método que ayude a controlar stocks mínimos de abastecimiento.

Para movilizar un rollo de la Bodega de Materia Prima al área de Corte o viceversa se lo realiza manualmente, el operario de bodega baja al primer piso trasladando los rollos en sus hombros uno a uno hasta completar el número de rollos de cada pedido.

Luego lleva los rollos hasta las mesas de corte colocándolas temporalmente en la parte inferior de las mismas.

A continuación se presenta el modelo de estantería usado para el almacenamiento en Bodega de materia Prima. Ver figura 3.7



FIGURA 3.7: MODELO DE ESTANTERÍA

Bodega Temporal

La Bodega Temporal comprende un área ubicada entre el área de corte y la Planta de confección, ésta área fue diseñada para contener las piezas que van a ser utilizadas en la producción de máximo 2 días. Aquí se clasifican las piezas provenientes del área de corte y se las almacena en Gavetas de ancho 0,40 mt, longitud 0,70 mt y altura de 0.30 mt.

La unidad de carga está definida por gavetas como se muestra en la figura, cada operario luego de llenar la gaveta con las piezas para conformar máximo 30 prendas mueve la gaveta hacia el área

determinada y almacena una sobre otra hasta máximo 6 gavetas de altura. Ver figura 3.8.



FIGURA 3.8: GAVETA BODEGA TEMPORAL

Bodega de Accesorios

Por políticas internas de la compañía se estableció un horario para entrega de accesorios al inicio de la jornada y al final de la misma ya que se realiza la devolución del material sobrante.

Para trasladar los accesorios tanto al inicio como al final de jornada se utilizan las gavetas mencionadas anteriormente.

Bodega de Producto Terminado

Para trasladar las prendas desde el área de confección a la bodega Producto terminado se lo realiza mediante baldes que tienen capacidad para 15 prendas por balde, estos son subidos al segundo piso mediante una piola.

Para el almacenamiento en la Bodega de Producto Terminado al igual que en la Bodega Temporal se utilizan Gavetas de ancho 0,40 mt, longitud 0,70 mt y altura de 0.30 mt. , con la diferencia de que a estas gavetas se les coloca tapa, ya que son las gavetas en las que se distribuirán las prendas.

El número de prendas por gaveta es de 45 prendas debido a que son planchadas antes de ser colocadas en las gavetas y eso permite que entren mas prendas por gaveta.

La entrega de los pedidos a los clientes se la realiza los días lunes, martes y miércoles de cada semana en horas establecidas en el portal del cliente señaladas al momento de liberar los pedidos.

La figura 3.9 muestra el flujo de materiales de la planta.

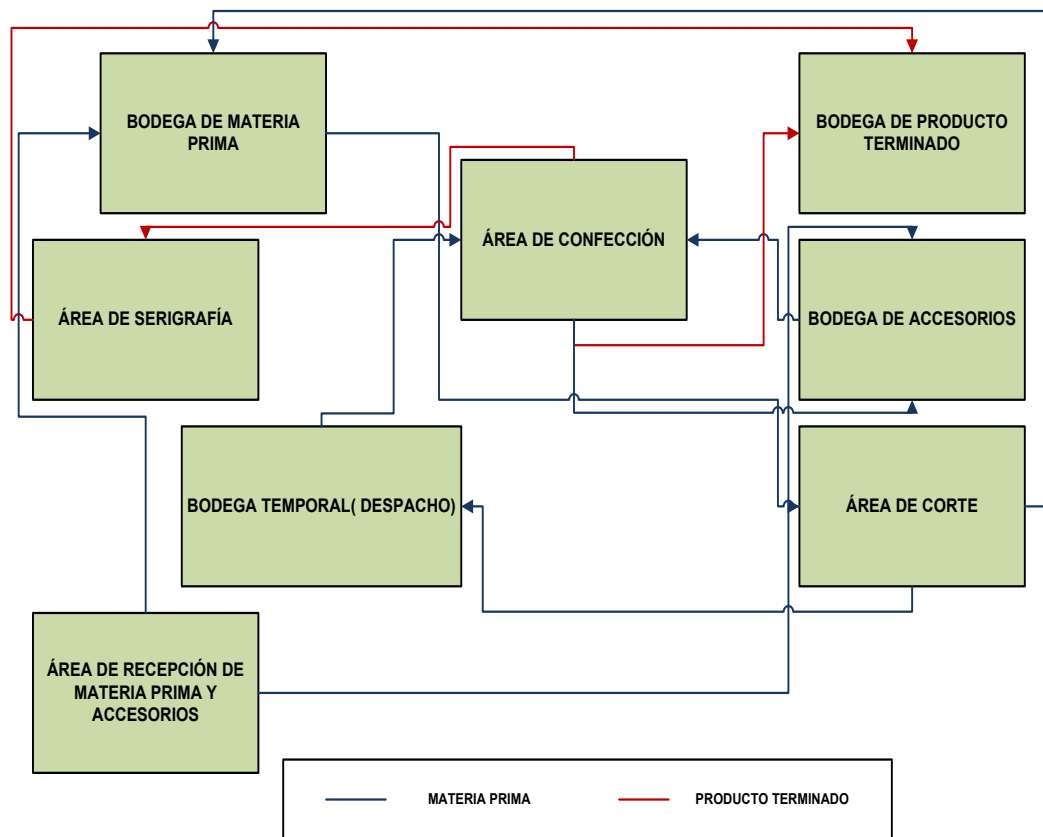


FIGURA 3.9: FLUJO DE MATERIALES DE LA PLANTA

3.2 Verificación de las necesidades de la planta

Para establecer las necesidades de la planta actual se basó en métodos aprendidos como lo son el cálculo de la capacidad de planta actual, balanceo de línea y carta from-to, para lo cual se levantó la siguiente información:

Verificación de capacidad

El valor estimado de la maquinaria para el año 2010 incrementando a 17 módulos es de \$322.510,63. Se debe tener presente que en la distribución actual de la planta (año 2009) existen 10 módulos de confección conformados sólo por máquinas Rectas, Overlock y Recubridoras dejando las de acabados complementarias en otro sector.

En la tabla 6, se muestra las prendas promedio que se han confeccionado en los años 2007, 2008 y 2009.

TABLA 6
PRODUCCIÓN TOTAL DE PRENDAS

MESES	PRODUCCIÓN TOTAL DE PRENDAS		
	2007	2008	2009
ENERO	18.978,00	13.827,00	23.342,00
FEBRERO	21.468,00	25.052,00	21.468,00
MARZO	18.681,00	21.626,00	18.681,00
ABRIL	24.263,00	22.873,00	23.654,00
MAYO	17.947,00	24.419,00	23.412,00
JUNIO	20.615,00	16.285,00	20.683,00
JULIO	25.785,00	19.879,00	28.688,00
AGOSTO	20.941,00	19.285,00	27.532,00
SEPTIEMBRE	22.397,00	10.344,00	23.433,00
OCTUBRE	23.364,00	27.844,00	23.433,00
NOVIEMBRE	22.388,00	30.458,00	23.433,00
DICIEMBRE	15.271,00	22.215,00	23.433,00
TOTAL	252.098,00	254.107,00	281.192,00

La media de los tres últimos años es de 262.466 prendas, como se muestra en la tabla 7.

TABLA 7
MEDIA DE LOS TRES ÚLTIMOS AÑOS

MERCADO	
AÑOS	# DE PRENDAS
2007	252.098,00
2008	254.107,00
2009	281.192,00
MEDIA	262.465,67
DESVIACIÓN	16.248,56

En base a la información anterior y tomando en cuenta que para el 2010 se incrementará 20000 prendas mensuales y una tasa de crecimiento del 5% a partir del 2011 se realizó la proyección mostrada en las tablas 8 y 9.

TABLA 8
INCREMENTO DE PRENDAS PARA EL 2010

2010	
Incremento mensual fijo	20.000,00
Meses	12,00
Prendas Anuales fijas	240.000,00

TABLA 9
PROYECCIÓN DE PRENDAS

PROYECCIÓN DE PRENDAS			
AÑOS	# DE PRENDAS	% INCREMENTO	PRENDAS PROYECTADAS
2009			281.192,00
2010	281.192,00	240.000,00	521.192,00
2011	521.192,00	5%	547.251,60
2012	547.251,60	5%	574.614,18
2013	574.614,18	5%	603.344,89
2014	603.344,89	5%	633.512,13
2015	633.512,13	5%	665.187,74
2016	665.187,74	5%	698.447,13
2017	698.447,13	5%	733.369,48
2018	733.369,48	5%	770.037,96
2019	770.037,96	5%	808.539,86
2020	808.539,86	5%	848.966,85

La tabla 9, muestra que para el año 2010 la cantidad estimada de prendas a producir sería de 521.192, mientras que para el 2015 se estima que se crecería a una cantidad de 665.188 prendas anuales, dichos valores serán tomados como base para el cálculo de la capacidad de la planta.

La tabla 10, muestra las variables que se consideraron para el cálculo de la capacidad instalada de la planta.

TABLA 10
VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA

VARIABLE	VALOR
Q 2015	521.192,00
Q 2020	665.188,00
Costo Maquinaria	322.510,63
P.V.P	12
Costo Maq. Unidad	0,48
Costo cubierto MI	252.695,42
Costo Exceso	69.815,21

Luego de determinar las variables que serán consideradas, se calculó el costo corto, que es lo que se deja de ganar por no tener capacidad y el costo largo que representa el costo de la máquina que no se usa. Ver tabla 11.

TABLA 11
COSTOS CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DE CAPACIDAD

VARIABLE	VALOR
Costo Corto	1.727.952
Costo Largo	69.815
P	0,9612
z	1,76
Prueba Logica	Extensión

De acuerdo a los cálculos realizados se podría extender la capacidad actual de la planta a 549.789 unidades/año, lo que representa 45.816

prendas mensuales para poder satisfacer la demanda proyectada, como se muestra en la tabla 12.

TABLA 12
CAPACIDAD INSTALADA

1.Calculo Extensión		Prendas anuales	Prendas mensuales
Capacidad	MEDIA + Z x DES	549.789	45.816

Balanceo de Línea

Luego de obtener la capacidad instalada de la planta se realizó el balanceo de la línea de producción para obtener la capacidad de la línea, se debe determinar la secuencia de operaciones que se realizan para la confección de una prenda estándar, como se muestra en la figura 3.10.

Una vez establecido el proceso productivo se debe determinar el fondo de tiempo, en el cual se especifica las horas de trabajo al día, el número de turnos, el porcentaje de ausentismo (K_a) en el caso del personal y el porcentaje de mantenimiento (K_m) para el caso de las máquinas, como se muestra en la tabla 13.

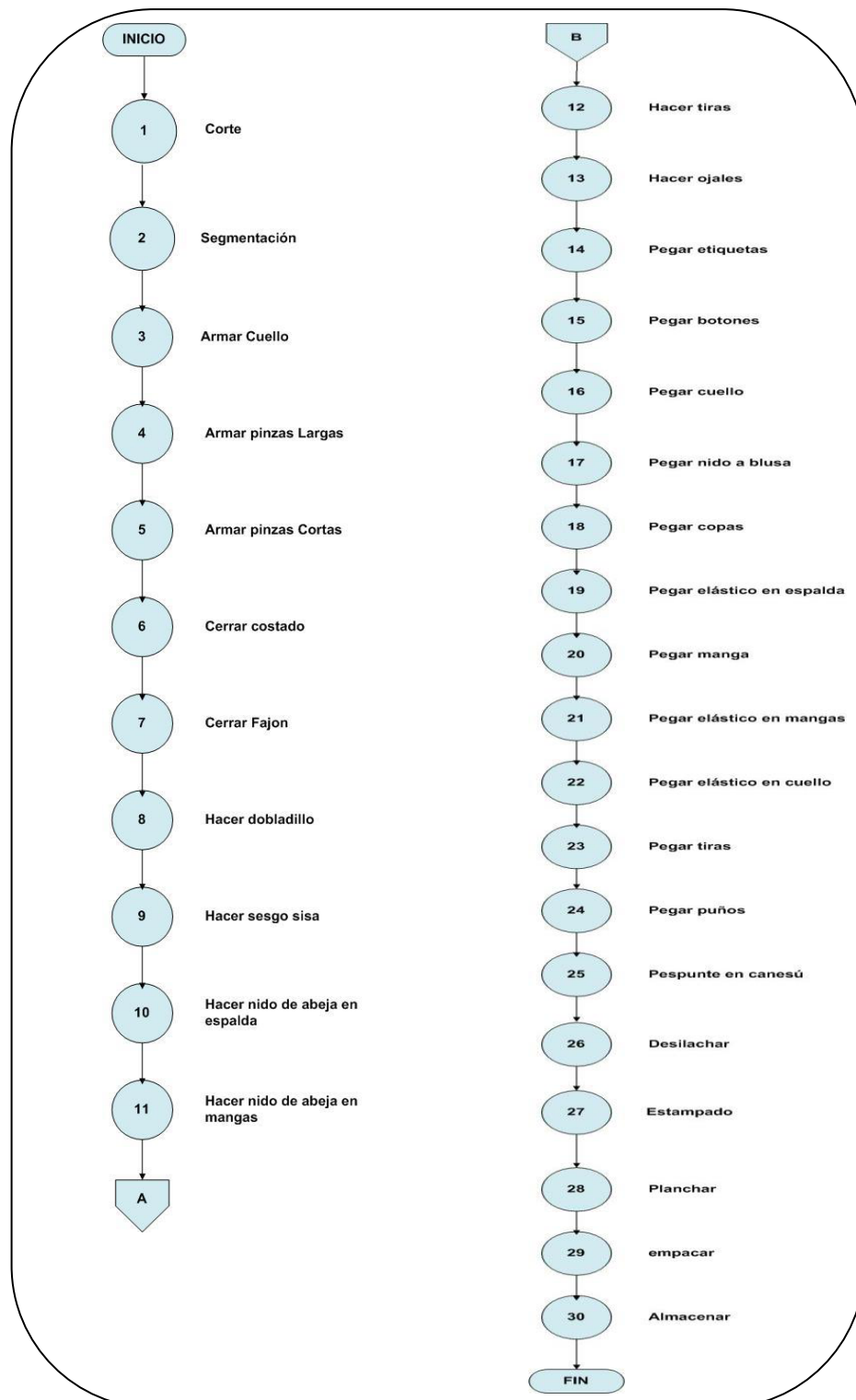


FIGURA 3.10: PROCESO PARA UNA PRENDA ESTÁNDAR

TABLA 13
DATOS PARA CALCULAR EL FONDO DE TIEMPO

fondo de tiempo	horas	8
	días	6
	semanas	52
	ka	5%
	km	3%

Los valores del 5% para el porcentaje de ausentismo (ka) y el 3% para el caso del porcentaje de mantenimiento (km), se obtuvieron basados en el control de faltas de los operadores a la jornada de trabajo y las horas no productivas por mantenimiento o reparación de equipos en lo que va del año 2009 hasta el mes de agosto respectivamente. Basado en estos criterios se calculó el fondo de tiempo para el personal (Ft) y para las máquinas (Fp). Ver tabla 14.

TABLA 14
FONDO DE TIEMPO

Ft	2.964,00	horas/año
Fp	3.026,40	horas/año

Cada una de las operaciones involucradas en el proceso productivo tiene su norma de trabajo, dado que la maquinaria utilizada se considera una herramienta, más no un equipo que restringe su capacidad. El proceso será limitado por la rapidez y habilidad de los operarios.

Con la información recolectada se realizó el balanceo de la línea, basado en la demanda proyectada y la capacidad unitaria. Mediante los cálculos correspondientes, se obtuvo el número de personas necesarias para cada operación del proceso productivo para poder cumplir con la demanda proyectada en la planta, como se muestra en la tabla 15.

TABLA 15
BALANCEO DE LÍNEA

PROCESO	NORMAS DE TRABAJO			CAPACIDAD UNITARIA	NÚMERO DE PERSONAS	NÚMERO DE PERSONAS REDONDEADAS	CAPACIDAD UNITARIA DADO EL NÚMERO DE PERSONAS REQUERIDAS
CORTE	45,45	pr/hr	Nt	107.781,818	5,10	6,0	646.690,909
SEGMENTACIÓN	31,25	pr/hr	Nt	74.100,000	7,42	8,0	592.800,000
ARMAR CUELLO	31,25	pr/hr	Nt	74.100,000	7,42	8,0	592.800,000
ARMAR PINZAS LARGAS C/U	60,24	pr/hr	Nt	142.843,373	3,85	4,0	571.373,494
ARMAR PINZAS CORTAS C/U	96,15	pr/hr	Nt	228.000,000	2,41	3,0	684.000,000
CERRAR COSTADO NORMAL	31,25	pr/hr	Nt	74.100,000	7,42	8,0	592.800,000
CERRAR FAJON	51,55	pr/hr	Nt	122.226,804	4,50	5,0	611.134,021
HACER DOBLADILLO (RUEDO)	8,47	pr/hr	Nt	20.094,915	27,36	28,0	562.657,627
DOBLAR SESGO SISA	15,15	pr/hr	Nt	35.927,273	15,30	16,0	574.836,364
HACER NIDO DE ABEJA EN ESPALDA (1 FILA)	50,00	pr/hr	Nt	118.560,000	4,64	5,0	592.800,000
HACER NIDO DE ABEJA EN MANGA C/V	94,34	pr/hr	Nt	223.698,113	2,46	3,0	671.094,340
HACER TIRAS	33,33	pr/hr	Nt	79.040,000	6,96	7,0	553.280,000
HACER OJALES C/U	45,45	pr/hr	Nt	107.781,818	5,10	6,0	646.690,909
PEGAR ETIQ	50,00	pr/hr	Nt	118.560,000	4,64	5,0	592.800,000
PEGAR BOTONES C/U	55,56	pr/hr	Nt	131.733,333	4,17	5,0	658.666,667
PEGAR CUELLO	15,00	pr/hr	Nt	35.568,000	15,46	16,0	569.088,000
PEGAR NIDO A BLUSA	17,14	pr/hr	Nt	40.649,143	13,53	14,0	569.088,000
PEGAR LAS 2 COPAS	22,73	pr/hr	Nt	53.890,909	10,20	11,0	592.800,000
PEGAR ELASTICO EN ESPALDA	32,73	pr/hr	Nt	77.602,909	7,08	8,0	620.823,273
PEGAR MANGA NORMAL C/U	50,00	pr/hr	Nt	118.560,000	4,64	5,0	592.800,000
PEGAR ELASTICO DE 1CM EN MANGAS C/U	50,00	pr/hr	Nt	118.560,000	4,64	5,0	592.800,000
PEGAR ELASTICO DE 1CM EN CUELLO C/U	50,00	pr/hr	Nt	118.560,000	4,64	5,0	592.800,000
PEGAR TIRAS C/U	60,00	pr/hr	Nt	142.272,000	3,86	4,0	569.088,000
PEGAR PUÑO C/U	32,14	pr/hr	Nt	76.217,143	7,21	8,0	609.737,143
PESPUNTE EN CANESU	30,00	pr/hr	Nt	71.136,000	7,73	8,0	569.088,000
DESILACHAR	30,00	pr/hr	Nt	71.136,000	7,73	8,0	569.088,000
ESTAMPADO	94,34	pr/hr	Nt	223.698,113	2,46	3,0	671.094,340
PLANCHAR	62,50	pr/hr	Nt	148.200,000	3,71	4,0	592.800,000
EMPACAR	30,00	pr/hr	Nt	71.136,000	7,73	8,0	569.088,000
						224,0	553.280,0

La tabla anterior muestra el número de personas requeridas por cada operación para cubrir la demanda proyectada.

La capacidad unitaria que se debe cubrir para cumplir con la demanda proyectada es 553.280,00 prendas, esta capacidad no varía ya que no hay reproceso en el proceso productivo.

La siguiente herramienta o técnica que se debe utilizó para realizar las verificaciones de las necesidades de la planta es la CARTA FROM – TO, ya que esta técnica permite contabilizar los movimientos entre las áreas involucradas en todo el proceso desde la recepción de la materia prima hasta el despacho de las prendas. Permite determinar qué áreas deberían encontrarse cerca para eliminar recorridos innecesarios que causan demora dentro del proceso. La carta realizada contempla los movimientos diarios entre las diferentes áreas de la planta.

Como actualmente la planta es de dos pisos, se realizó una carta From -To para planta alta y otra carta From -To para la planta baja y finalmente una carta que muestre la integración de ambos pisos considerando todas las áreas.

Las áreas a considerar para la evaluación de la carta para la planta alta son las siguientes:

- Gerencia General
- Diseño
- Contabilidad
- Sala de Reuniones
- Bodega de Producto Terminado
- Bodega de Materia Prima
- Escalera 1 (GG-CONT- S.R)
- Escalera 2 (MP –DISEÑO)
- Escalera 3 (PT)

Las escaleras han sido consideradas debido a que las áreas que se encuentran en la planta alta no tienen comunicación directa, por lo tanto; las personas deben hacer uso de la escalera correspondiente para dirigirse al área destino que se encuentre también en la planta alta.

A continuación se muestra la Carta From – To de la Planta Alta. Ver tabla 16.

TABLA 16
CARTA FROM-TO PLANTA ALTA

CARTA FROM - TO PLANTA ALTA (DIARIA)										
	DISEÑO	CONTABILIDAD	GERENCIA GENERAL	SALA DE REUNIONES	BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	BODEGA DE MATERIA PRIMA	ESCALERA 1 (GG-CONT-SR)	ESCALERA 2 (DIS-BMP)	ESCALERA 3 (BPT)	TOTAL
DISEÑO	0	0	0	0	0	2	0	34	0	36
CONTABILIDAD	0	0	3	2	0	0	7	0	0	12
GERENCIA GENERAL	0	3	0	2	0	0	18	0	0	23
SALA DE REUNIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	0	0	0	0	0	0	0	0	22	22
BODEGA DE MATERIA PRIMA	1	0	0	0	0	0	0	38	0	39
ESCALERA 1 (GG-CONT-SR)	0	3	10	6	0	0	0	5	1	25
ESCALERA 2 (DIS-BMP)	3	0	0	0	0	2	14	0	1	20
ESCALERA 3 (BPT)	0	0	0	0	2	0	5	0	0	7
TOTAL	4	6	13	10	2	4	44	77	24	

La carta realizada para la planta alta muestra los movimientos diarios entre las áreas, se puede visualizar claramente que las áreas que tienen mayor contacto con las escaleras son las que tienen mayor movimiento, ya que son usadas constantemente para comunicarse entre todas las áreas de la planta alta, por lo que son consideradas como movimientos críticos.

El total de los movimientos se muestra en la tabla 17.

TABLA 17

TOTAL DE MOVIMIENTOS DE LA PLANTA ALTA

ÁREAS	# MOVIMIENTOS
DISEÑO-CONTABILIDAD	0
DISEÑO-GERENCIA GENERAL	0
DISEÑO-SALA DE REUNIONES	0
DISEÑO-BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	0
DISEÑO-BODEGA DE MATERIA PRIMA	3
DISEÑO-ESCALERA 1	0
DISEÑO-ESCALERA 2	37
DISEÑO-ESCALERA 3	0
CONTABILIDAD-GERENCIA GENERAL	6
CONTABILIDAD-SALA DE REUNIONES	2
CONTABILIDAD-BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	0
CONTABILIDAD-BODEGA DE MATERIA PRIMA	0
CONTABILIDAD-ESCALERA 1	10
CONTABILIDAD-ESCALERA 2	0
CONTABILIDAD-ESCALERA 3	0
SALA DE REUNIONES-BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	0
SALA DE REUNIONES-BODEGA DE MATERIA PRIMA	0
SALA DE REUNIONES-ESCALERA 1	6
SALA DE REUNIONES-ESCALERA 2	0
SALA DE REUNIONES-ESCALERA 3	0
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO-BODEGA DE MATERIA PRIMA	0
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO-ESCALERA 1	0
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO-ESCALERA 2	0
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO-ESCALERA 3	24
BODEGA DE MATERIA PRIMA-ESCALERA 1	0
BODEGA DE MATERIA PRIMA-ESCALERA 2	40
BODEGA DE MATERIA PRIMA-ESCALERA 3	0
ESCALERA 1-ESCALERA 2	0
ESCALERA 1-ESCALERA 3	6
ESCALERA 2-ESCALERA 3	1
GERENCIA GENERAL-SALA DE REUNIONES	2
GERENCIA GENERAL-BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	0
GERENCIA GENERAL-BODEGA DE MATERIA PRIMA	0
GERENCIA GENERAL-ESCALERA 1	28
GERENCIA GENERAL-ESCALERA 2	0
GERENCIA GENERAL-ESCALERA 3	0

La carta From – To para la planta baja, involucra las siguientes áreas:

- Corte

- Bodega Temporal
- Confección
- Área de Serigrafía
- Bodega de Accesorios
- Baños de Producción
- Oficina de Planta
- Recepción
- Escalera 1 (GG-CONT- S.R)
- Escalera 2 (MP –DISEÑO)
- Escalera 3 (PT)

La tabla 18 muestra la carta From-To de la Planta Baja.

TABLA 18
CARTA FROM-TO PLANTA BAJA

CARTA FROM -TO PLANTA BAJA (DIARIA)												
	CORTE	CONFECCIÓN	ÁREA DE SERIGRAFÍA	BODEGA TEMPORAL	BODEGA DE ACCESORIOS	BAÑOS PRODUCCIÓN	OFICINA PLANTA	RECEPCIÓN	ESCALERA 1 (GG-CON -S.R)	ESCALERA 2 (DIS -BMP)	ESCALERA 3 (BPT)	TOTAL
CORTE	0	4	0	40	0	9	3	3	3	2	0	64
CONFECCIÓN	4	0	7	3	3	202	4	6	3	1	0	233
ÁREA DE SERIGRAFÍA	0	1	0	0	2	4	1	1	0	0	8	17
BODEGA TEMPORAL	3	43	0	0	0	8	0	1	0	0	0	55
BODEGA DE ACCESORIOS	0	2	1	0	0	5	0	1	3	2	0	14
BAÑOS PRODUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OFICINA PLANTA	4	5	1	0	1	9	0	2	6	5	3	36
RECEPCIÓN	1	2	0	0	1	5	4	0	6	4	1	24
ESCALERA 1 (GG-CON -S.R)	1	3	1	0	1	9	3	2	0	0	0	20
ESCALERA 2 (DIS -BMP)	29	2	0	0	1	24	3	2	0	0	0	61
ESCALERA 3 (BPT)	0	2	0	0	0	12	2	1	0	0	0	17
TOTAL	42	64	10	43	9	267	20	19	21	14	12	

La suma total de movimientos de las áreas que se encuentran en la planta baja, se muestran en la tabla 19.

TABLA 19

TOTAL DE MOVIMIENTOS DE LA PLANTA BAJA

ÁREAS	# MOVIMIENTOS
CORTE - CONFECCIÓN	8
CORTE - A. SERIGRAFÍA	0
CORTE - BOD TEMPORAL	43
CORTE - BOD DE ACCESORIOS	0
CORTE - BAÑOS	9
CORTE - OF. PLANTA	7
CORTE - RECEPCIÓN	4
CORTE - ESCALERA 1	4
CORTE - ESCALERA 2	31
CORTE - ESCALERA 3	0
CONFECCIÓN - A. SERIGRAFÍA	8
CONFECCIÓN - BOD TEMPORAL	46
CONFECCIÓN - BOD DE ACCESORIOS	5
CONFECCIÓN - BAÑOS	202
CONFECCIÓN - OF. PLANTA	9
CONFECCIÓN - RECEPCIÓN	8
CONFECCIÓN - ESCALERA 1	6
CONFECCIÓN - ESCALERA 2	3
CONFECCIÓN - ESCALERA 3	2
A. SERIGRAFÍA - BOD TEMPORAL	0
A. SERIGRAFÍA - BOD DE ACCESORIOS	3
A. SERIGRAFÍA - BAÑOS	4
A. SERIGRAFÍA - OF. PLANTA	2
A. SERIGRAFÍA - RECEPCIÓN	1
A. SERIGRAFÍA - ESCALERA 1	1
A. SERIGRAFÍA - ESCALERA 2	0
A. SERIGRAFÍA - ESCALERA 3	8
BOD TEMPORAL - BOD DE ACCESORIOS	0
BOD TEMPORAL - BAÑOS	8
BOD TEMPORAL - OF. PLANTA	0
BOD TEMPORAL - RECEPCIÓN	1
BOD TEMPORAL - ESCALERA 1	0
BOD TEMPORAL - ESCALERA 2	0
BOD TEMPORAL - ESCALERA 3	0
BOD DE ACCESORIOS - BAÑOS	5
BOD DE ACCESORIOS - OF. PLANTA	1
BOD DE ACCESORIOS - RECEPCIÓN	2
BOD DE ACCESORIOS - ESCALERA 1	4
BOD DE ACCESORIOS - ESCALERA 2	3
BOD DE ACCESORIOS - ESCALERA 3	0
BAÑOS - OF. PLANTA	9
BAÑOS - RECEPCIÓN	5
BAÑOS - ESCALERA 1	9
BAÑOS - ESCALERA 2	24
BAÑOS - ESCALERA 3	12
OF. PLANTA - RECEPCIÓN	6
OF. PLANTA - ESCALERA 1	9
OF. PLANTA - ESCALERA 2	8
OF. PLANTA - ESCALERA 3	5
RECEPCIÓN - ESCALERA 1	8
RECEPCIÓN - ESCALERA 2	6
RECEPCIÓN - ESCALERA 3	2
ESCALERA 1 - ESCALERA 2	0
ESCALERA 1 - ESCALERA 3	0
ESCALERA 2 - ESCALERA 3	0

En la planta baja también se considero las escaleras ya que son los conectores a ciertas áreas de la Planta alta, la carta muestra que la ubicación de ciertas áreas tales como corte, bodega temporal y confección deben estar relacionadas, ya que el producto pasa por estas áreas de manera continua.

Las áreas presentan una cantidad de movimientos representativos hacia las escaleras, esto se debe a que actualmente producción se encuentra en la planta baja pero tiene conexión directa con la bodega de materia Prima al igual que con la Bodega de Producto Terminado.

Las escaleras también se muestran saturadas ya que en la planta alta no existen baños y el personal administrativo se ve obligado a ir a los baños que se encuentran en la planta baja.

Con algunas adecuaciones se podría lograr una reducción de movimientos en la futura planta para obtener una mejor distribución que minimice el número de movimientos

Podrían optimizarse los movimientos desde la Bodega de Materia Prima al área de Corte si existiesen los equipos correctos y una correcta ubicación de la bodega ya que en la actualidad se encuentra

en el segundo piso, lo que genera una condición insegura o subestándar por el riesgo que implica subir y bajar la carga por la escalera.

Actualmente el traslado desde del área de confección hasta la bodega de producto terminado se realiza mediante baldes, ya que las prendas son trasladadas desde el primer piso hasta el segundo, que es donde actualmente se encuentra la bodega de producto terminado. Realizando un diseño con una mejor ubicación de la bodega y con equipos adecuados que aumenten el tamaño de la unidad de carga, se disminuirían los movimientos entre las áreas.

En base a lo anterior se considera el diseño de la nueva planta de 1 solo piso con la finalidad de que las áreas administrativas queden comunicadas entre sí unificándolas en un solo bloque logrando lo mismo para las áreas de producción ya que actualmente como se pudo apreciar en las cartas From-To actuales la distribución de las áreas no es la adecuada ya que el área administrativa se encuentra seccionada y mezclada con las Bodegas.

A continuación se muestra la carta From-To con la distribución unificada de las áreas tanto de planta alta y planta baja sin considerar las escaleras. Ver Tabla 20.

TABLA 20
CARTA FROM-TO GENERAL SIN ESCALERAS

CARTA FROM GENERAL SIN ESCALERAS															
	DISEÑO	CONTABILIDAD	GERENCIA GENERAL	SALA DE REUNIONES	BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	BODEGA DE MATERIA PRIMA	CORTE	CONFECCIÓN	ÁREA DE SERIGRAFÍA	BODEGA TEMPORAL	BODEGA DE ACCESORIOS	BAÑOS PRODUCCIÓN	ORCINA PLANTA	RECEPCIÓN	TOTAL
DISEÑO	0	1	6	2	1	2	0	2	0	0	1	18	2	1	36
CONTABILIDAD	0	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	4	1	1	12
GERENCIA GENERAL	3	3	0	2	1	2	1	2	1	0	1	4	2	1	23
SALA DE REUNIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	0	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	12	2	1	22
BODEGA DE MATERIA PRIMA	1	1	2	2	0	0	25	0	0	0	0	6	1	1	39
CORTE	0	1	1	1	0	2	0	4	0	40	0	9	3	3	64
CONFECCIÓN	1	1	1	1	60	0	4	0	1	3	3	202	4	6	287
ÁREA DE SERIGRAFÍA	0	0	0	0	8	0	0	1	0	0	2	4	1	1	17
BODEGA TEMPORAL	0	0	0	0	0	0	3	43	0	0	0	8	0	1	55
BODEGA DE ACCESORIOS	2	0	2	1	0	0	0	2	1	0	0	5	0	1	14
BAÑOS PRODUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORCINA PLANTA	2	1	3	2	3	2	4	5	1	0	1	9	0	2	35
RECEPCIÓN	2	1	3	2	1	2	1	2	0	0	1	5	4	0	24
TOTAL	11	10	23	17	74	10	38	64	4	20	19	628	0	0	

La tabla 21 muestra que existiría una reducción de 97 movimientos que representan un 13,38% en el caso de que se quitaran las escaleras y la planta fuera de un solo piso.

TABLA 21
ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS

ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS			
	PLANTA ALTA	PLANTA BAJA	TOTAL MOVIMIENTOS
SITUACIÓN ACTUAL CON ESCALERAS	184	541	725
SITUACIÓN ACTUAL GENERAL SIN ESCALERAS	0	628	628
	DIFERENCIA		97
	% DE DISMINUCIÓN		13,38%

Dado que la empresa no posee una política de almacenamiento actual para la Bodega de Materia Prima y Producto Terminado, se estableció una política con la finalidad de determinar las dimensiones de dichas áreas para ser consideradas en las medidas reales para el nuevo diseño.

Políticas de Almacenamiento

Bodega de Materia Prima

- Se realizará una inspección al 100% de la Materia Prima previo a su almacenamiento.
- Todo rollo de tela luego de la inspección será envuelto en un plástico protector para impedir su contaminación con suciedad.
- Se utilizarán estanterías tipo selectiva desarmables de 2,40 mt de longitud por 1,50 mt de fondo y por 1 mt de altura por nivel. Cada estantería contará inicialmente con 3 niveles contando el nivel inferior con viga al piso para impedir la contaminación con suciedad producto del polvo. Debido a que son estanterías desarmables, se podrán disminuir o aumentar cuerpos y niveles dependiendo de la necesidad. Ver figura 3.11.

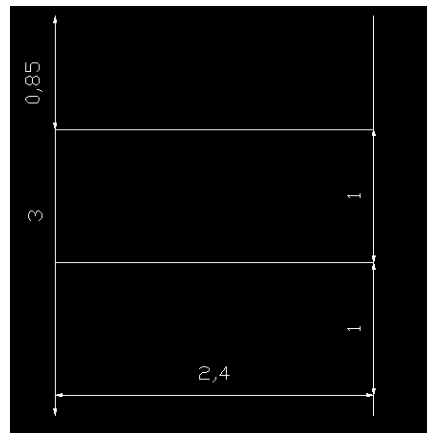
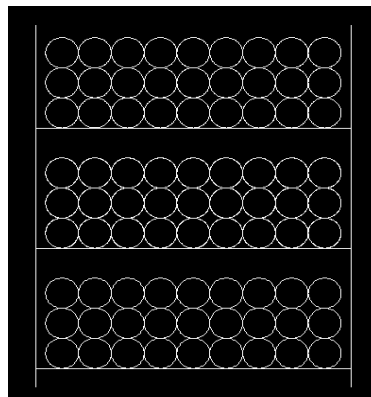


FIGURA 3.11: DISEÑO DE ESTANTERÍA SELECTIVA

- Se almacenarán hasta 3 niveles de rollos para no producir daños a la tela por aplastamientos. Debido a que un rollo promedio posee 1,20 mt de largo con un diámetro de 0,25 mt se almacenarán en promedio 27 rollos por nivel. Ver figura 3.12.



**FIGURA 3.12: NIVELES PARA ALMACENAMIENTO ESTANTERÍA
SELECTIVA**

- No se cuenta con un inventario de seguridad ya que todo pedido de materia prima se lo realiza al momento de ingresar la orden de producción manejando un sistema MAKE TO ORDER.
- Todo rollo de tela que ingrese a la Bodega de Materia Prima será codificado, estipulando también el lugar de almacenamiento dentro de la bodega. Sólo el personal de la Bodega de Materia Prima estará autorizado a la recepción, despacho y transporte de los rollos de tela.
- La bodega tendrá capacidad para almacenar hasta 1300 rollos de tela que corresponden a la producción aproximada para 1 mes de producción ya que en la actualidad por políticas del cliente estrella se realizan pedidos con 30 días de anticipación.

Bodega de Producto Terminado

- Se realizará el almacenamiento de las prendas en gavetas de ancho 0,40 mt, longitud 0,70 mt y altura de 0.30 mt con capacidad para 45 prendas ya planchadas.

- Toda prenda terminada será codificada ypreciada previo a su almacenamiento.
- Toda gaveta deberá ser identificada con código de barras que contendrá la información de su contenido y almacén a ser entregada.
- El Supervisor de Bodega será el responsable del control de inventarios del producto.
- Para el caso del nuevo diseño la Bodega de Producto terminado o Despacho deberá contar con el área de planchado y lavado. También será necesario destinar un área para el almacenamiento de Gavetas con producto y aquellas que se encuentren vacías.
- Por políticas de la compañía sólo se realizan despacho los días lunes, martes y miércoles de cada semana por lo que se debe contar con capacidad de almacenamiento para mínimo la producción de los otros 3 días de la semana laboral de la compañía lo que representa 117 gavetas. Por motivos de seguridad se dejará un espacio para 180 gavetas con producto terminado dentro del área de Despacho.

- Sólo se podrán colocar hasta 6 niveles de Gavetas por posición.

3.3 Problemas presentes

Finalmente luego de realizar el diagnóstico actual se observó los siguientes problemas:

- El análisis de mercado arrojó un problema de falta de capacidad para satisfacer la demanda, ya que actualmente la empresa no puede cubrir o satisfacer los pedidos generados por otros clientes que no sean de Almacenes De Prati.
- En el análisis de manipuleo y almacenamiento se encontró que no existe un correcto almacenamiento de los rollos de tela representando un 8% de desperdicio de materia prima ya que son apilados uno sobre otro hasta el tope de la estantería produciendo daños a los mismos. Adicionalmente se evidenció que existen rollos de tela almacenados en el área de corte por la falta de capacidad de la Bodega Actual.
- Actualmente la empresa incurre en un 22% de sobretiempo debido a que un turno de 8 horas no es suficiente para cubrir la demanda

actual extendiendo su horario diariamente 2 horas por la falta de capacidad.

- A través de las cartas From-To se observó que existe:
 - Traslado inadecuado de materia prima hacia el Área de Corte.
En la actualidad los operarios de bodega realizan los traslados de manera manual, por un rollo a la vez debido a que la Bodega de Materia Prima se encuentra ubicada en el segundo piso, lo que incrementa la cantidad de movimientos entre dichas áreas.
 - Traslados inadecuados del producto terminado desde el Área de Confección hacia la Bodega de Producto Terminado.
Actualmente la unidad de carga está definida por el balde que lleva las prendas desde la planta baja a la planta alta en la que se encuentra ubicada la bodega.
 - El número de movimientos entre las áreas se ve incrementado por mala distribución de las mismas. Un claro ejemplo de esto es la ubicación de las Bodegas en la planta alta y la falta de baños para el área administrativa ya que se encuentran ubicados en la planta baja.

- Mediante la observación se evidenció que en las diferentes áreas de producción se acumula producto en proceso y producto terminado por la falta de espacio y delimitación de áreas designadas para la acumulación de los mismos.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Luego de realizar el levantamiento de información, se analizará los problemas encontrados en el diagnóstico actual de la empresa; se determinará la distribución de la nueva planta basada en la metodología QAP (Quadratic Assignment Problem) y SPL (Systematic Plant Layout), con la finalidad de diseñar una planta en la que se disminuya los recorridos entre las áreas y que tenga una distribución óptima que permita cumplir y abastecer la demanda proyectada.

Las metodologías utilizadas tendrán como objetivo minimizar el espacio recorrido, se seleccionará aquella que basado en los niveles de cercanía de las áreas genere una adecuada circulación para el personal, equipos móviles, materiales, productos en elaboración y una utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad, con la finalidad de optimizarlos

recursos, minimizar los recorridos o movimientos innecesarios y aumentar la productividad.

4.1 Análisis de los problemas presentes

Para analizar los problemas presentes en la planta, se realizó un diagrama de causa - efecto (ISHIKAWA), con la finalidad de definir las posibles causas de los problemas encontrados.

Para el problema de la demanda insatisfecha, las causas que se definieron son las siguientes:

- Mala Distribución de las áreas
- Falta de Capacidad de producción
- Falta de Personal
- Limitación de la Administración en los turnos
- Limitación de espacio
- Falta de maquinaria
- Demanda supera la capacidad

A continuación se muestra el diagrama causa-efecto. Ver figura 4.1

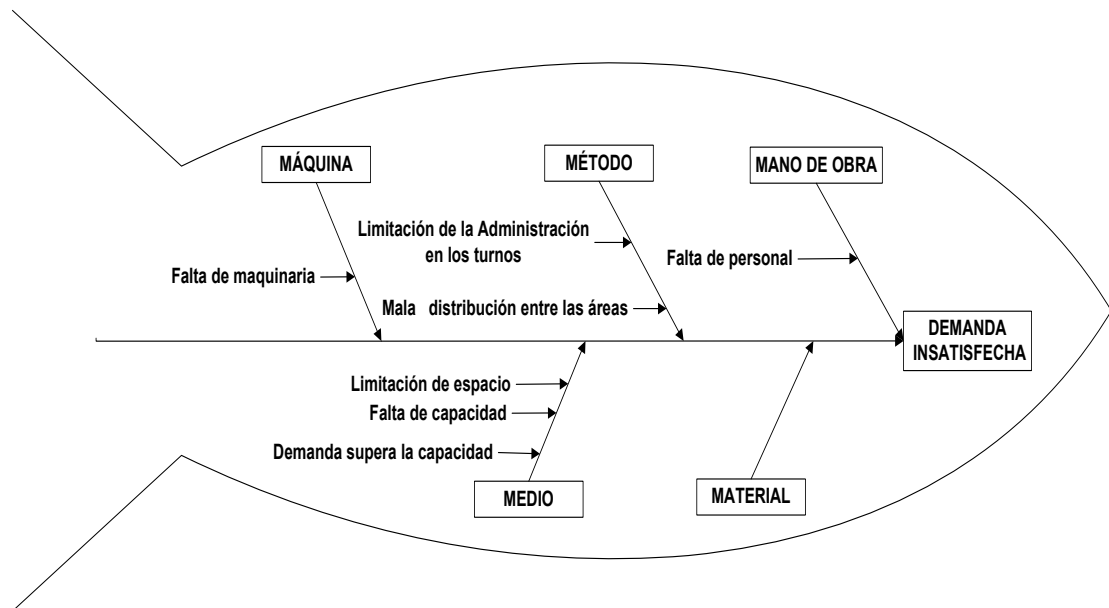


FIGURA 4.1: DIAGRAMA CAUSA –EFECTO (ISHIKAWA) – DEMANDA INSATISFECHA

Para el problema del alto porcentaje de horas extras, las causas que se definieron son las siguientes:

- Limitación de la administración en los turnos
- Mala distribución entre las áreas
- Falta de maquinaria
- Falta de personal
- Limitación de espacio
- Falta de capacidad
- Demanda supera la capacidad

A continuación se muestra el diagrama causa-efecto. Ver figura 4.2

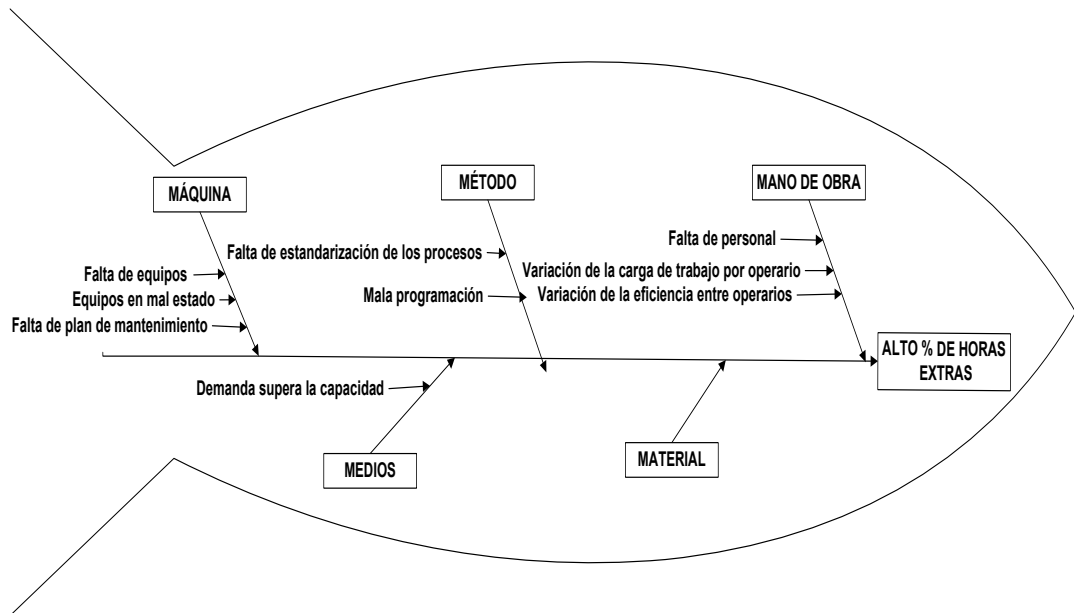


FIGURA 4.2: DIAGRAMA CAUSA –EFECTO (ISHIKAWA) – ALTO PORCENTAJE DE HORAS EXTRAS

Para el problema del inadecuado almacenamiento de los rollos de telas, las causas que se definieron son las siguientes:

- Limitación de espacio en la bodega
- Estanterías de almacenamiento no adecuadas
- Mala manipulación de la materia prima
- Personal no capacitado
- Falta de Política de almacenamiento

- No existe una segmentación por el tipo de tela para ser almacenada
- No existe un método definido para compra de materia prima

A continuación se muestra el diagrama causa-efecto. Ver figura 4.3

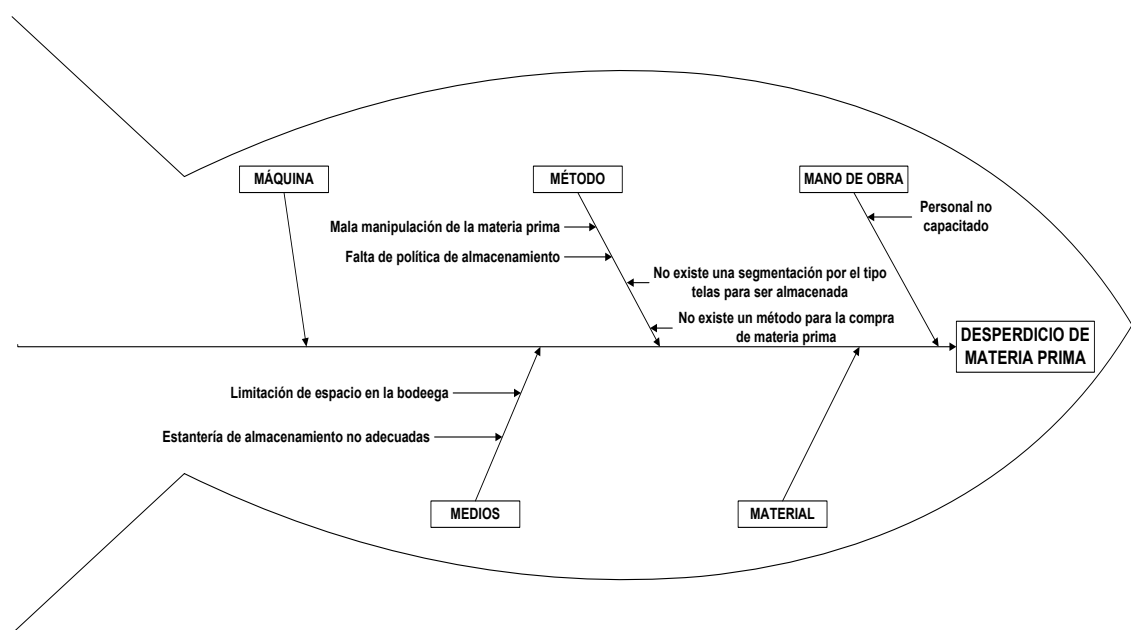


FIGURA 4.3: DIAGRAMA CAUSA –EFECTO (ISHIKAWA) – DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA

Luego de definir las posibles causas de los problemas presentes, se determinaron alternativas de solución a cada problema que permitan disminuirlo o eliminarlo de raíz. Ver tabla 22

TABLA 22
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		
PROBLEMA	CAUSA	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
DEMANDA INSATISFECHA	Mala Distribución de las áreas	1.- Realizar una nueva planta que permita balancear la línea de producción para poder cumplir con la demanda proyectada.
	Falta de Capacidad de producción	
	Falta de Personal	
	Limitación de la Administración en los turnos	2.- Rediseñar la planta buscando una nueva ubicación de las áreas que permita satisfacer la demanda proyectada.
	Limitación de espacio	
	Falta de maquinaria	
	Demanda supera la capacidad	
ROLLOS DE TELA MAL ALMACENADOS	Limitación de espacio en la bodega	1.- Diseñar una bodega, con las dimensiones acordes para el almacenamiento correcto de los rollos de tela de acuerdo a la política establecida.
	Estanterías de almacenamiento no adecuadas	
	Mala manipulación de la materia prima	
	Personal no capacitado	
	Falta de Política de almacenamiento	2.- Rediseñar la Bodega o mover las estanterías de manera que quede mas espacio para almacenar rollos sin apilarlos.
	No existe una segmentación por el tipo del tela para ser almacenada.	
	No existe un método definido para compra de materia prima	
HORAS EXTRAS	Limitación de la administración en los turnos	1.- Extender los turnos o doblarlos para poder cumplir con la demanda proyectada.
	Mala distribución entre las áreas	
	Falta de maquinaria	
	Falta de personal	2.- Diseñar una planta que permita cubrir en un solo turno de 8 horas la demanda proyectada.
	Limitación de espacio	
	Falta de capacidad	
	Demanda supera la capacidad	

Dichas alternativas fueron evaluadas por criterios definidos por la Gerencia General de la empresa, de acuerdo a su conveniencia. Ver tabla 23.

TABLA 23
CRITERIOS DE EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
1	NO SE SOLUCIONA
2	PARCIALMENTE SE SOLUCIONA
3	SE SOLUCIONA

Las alternativas de solución planteadas fueron enfocadas al rediseño de la planta existente y al diseño de una nueva planta y cuantificadas en base a los criterios de evaluación tomando en cuenta las causas raíces de los problemas. Ver tabla 24

TABLA 24
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

DEMANDA INSATISFECHA								
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	CAUSAS							SUMA TOTAL
	Mala Distribución de las áreas	Falta de Capacidad de producción	Falta de Personal	Limitación de la Administración en los turnos	Limitación de espacio	Falta de maquinaria	Demanda supera la capacidad	
Realizar una nueva planta que permita balancear la línea de producción para poder cumplir con la demanda proyectada.	3	3	3	1	3	3	3	19
Rediseñar la planta buscando una nueva ubicación de las áreas que permita satisfacer la demanda proyectada.	2	2	1	1	1	1	1	9

DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA								
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	CAUSAS							SUMA TOTAL
	Limitación de espacio en la bodega	Estanterías de almacenamiento o no adecuadas	Mala manipulación de la materia prima	Personal no capacitado	Falta de Política de almacenamiento	No existe una segmentación por el tipo del	No existe un método definido para compra de	
Diseñar una bodega, con las dimensiones acordes para el almacenamiento correcto de los rollos de tela de acuerdo a la política establecida.	3	3	3	3	3	2	3	20
Rediseñar la Bodega o mover las estanterías de manera que quede mas espacio para almacenar rollos sin apilarlos.	1	2	2	3	3	3	3	17

HORAS EXTRAS								
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	CAUSAS							SUMA TOTAL
	Limitación de la administración en los turnos	Mala distribución entre las áreas	Falta de maquinaria	Falta de personal	Limitación de espacio	Falta de capacidad	Demanda supera la capacidad	
Extender los turnos o doblarlos para poder cumplir con la demanda proyectada.	1	1	1	1	1	1	1	7
Diseñar una planta que permita cubrir en un solo turno de 8 horas la demanda proyectada.	1	3	3	3	3	3	3	19

Como se puede apreciar en la tabla 25 las soluciones finales a los problemas de la planta son las siguientes:

TABLA 25
DECISIÓN FINAL

PROBLEMA	DECISIÓN FINAL
DEMANDA INSATISFECHA	Realizar una nueva planta que permita balancear la línea de producción para poder cumplir con la demanda proyectada.
ROLLOS DE TELA MAL ALMACENADOS	Diseñar una bodega, con las dimensiones acordes para el almacenamiento correcto de los rollos de tela de acuerdo a la política establecida.
HORAS EXTRAS	Diseñar una planta que permita cubrir en un solo turno de 8 horas la demanda proyectada.

La decisión final a las que se llegó en cada uno de los problemas concuerda con la decisión que la gerencia había tomado previamente de construir una nueva planta en un terreno que adquirió en el mes de enero del 2009, el cual consta con un área de 3.609,81M2, ubicado en la vía Daule km 10 ½ , Lotización Inmaconsa # 17- mz 35 .

4.2 Diseño de la distribución planteada

Para determinar la mejor distribución de la nueva planta el análisis se lo realizará mediante dos métodos:

- QAP (Quadratic Assignment Problem)
- SPL (Systematic Plant Layout)

4.2.1 SPL (Systematic Plant Layout)

Esta metodología permite realizar una distribución de planta en la cual las áreas estén ubicadas de acuerdo a la relación entre ellas.

Para este análisis se realizó las cartas From –To mejoradas, dichas cartas están basadas en la cantidad de movimientos que

existirá entre la áreas considerando el nuevo número de personas obtenido del balanceo de línea.

Se realizó tres cartas From –To mejoradas, una para administración, otra para producción y finalmente una general en la que se relaciona todas las áreas administrativas como de producción.

La nueva planta será de un piso, ya que las dimensiones del terreno lo permiten y se quiere obviar el uso de escaleras.

En las cartas From –To mejoradas, se añadieron áreas que la empresa consideró importante que deberían ser diseñadas ya que en la actualidad la empresa no las tiene.

Los departamentos que formarán el área de administración son los siguientes:

- Gerencia General
- Contabilidad
- Diseño
- Baños Administrativos

- Sala de Reuniones
- Recepción

En el caso de administración se agregó baños administrativos, dado que actualmente el personal que labora en el segundo piso debe bajar a producción para hacer uso de los baños debido a que en el segundo piso no hay baños.

A continuación se muestra la carta From – To de Administración.

Ver tabla 26

TABLA 26

CARTA FROM-TO ADMINISTRACIÓN MEJORADA (DIARIA)

CARTA FROM-TO ADMINISTRACIÓN MEJORADA (DIARIA)							
	DISEÑO	CONTABILIDAD	GERENCIA GENERAL	SALA DE REUNIONES	RECEPCIÓN	BAÑOS ADMINISTRACIÓN	TOTAL
DISEÑO	0	1	5	3	1	19	29
CONTABILIDAD	1	0	3	2	1	5	12
GERENCIA GENERAL	3	3	0	2	1	4	13
SALA DE REUNIONES	0	0	0	0	0	0	0
RECEPCIÓN	2	3	3	2	0	6	16
BAÑOS ADMINISTRACIÓN	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	6	7	11	9	3	34	

Los movimientos totales entre las áreas de administración son los siguientes. Ver tabla 27

TABLA 27

TOTAL MOVIMIENTOS ÁREAS ADMINISTRATIVAS

ÁREAS	# MOVIMIENTOS
DISEÑO-CONTABILIDAD	2
DISEÑO-GERENCIA GENERAL	8
DISEÑO-SALA DE REUNIONES	3
DISEÑO-RECEPCIÓN	3
DISEÑO-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	19
CONTABILIDAD-GERENCIA GENERAL	6
CONTABILIDAD-SALA DE REUNIONES	2
CONTABILIDAD-RECEPCIÓN	4
CONTABILIDAD-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	5
SALA DE REUNIONES-RECEPCIÓN	2
SALA DE REUNIONES-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	0
RECEPCIÓN-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	6
GERENCIA GENERAL-SALA DE REUNIONES	2
GERENCIA GENERAL-RECEPCIÓN	4
GERENCIA GENERAL-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	4

Basado en la cantidad de movimientos totales entre las áreas, se definió una escala que define el grado de criticidad, es decir que mientras más alto sea el número de movimientos entre áreas más relacionadas y cerca deben estar. Ver tabla 28

TABLA 28

GRADO DE CRITICIDAD DE MOVIMIENTOS

ADMINISTRACIÓN

Valor	Equivalente
A	16 -20 movimeintos
E	11-15 movimientos
I	6-10 movimientos
O	1 -5 movimientos
U	0 movimientos

Para evaluar las cercanía entre las áreas, se definió motivos de cercanía que son considerados para evaluar la relación entre las áreas, de igual manera se estableció el grado de relación entre las áreas tomando como referencia la cantidad de movimientos entre las áreas. Ver tabla 29 y tabla 30

TABLA 29
MOTIVOS DE CERCANÍA ADMINISTRACIÓN

MOTIVOS DE CERCANÍA	
CÓDIGO	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de Personas
3	Flujo de Información
4	Facilidad de Supervisión
5	Conveniencia
6	Uso de los mismos equipos

TABLA 30
GRADO DE RELACIÓN

GRADO DE RELACIÓN		
VALOR	CERCANÍA	COLOR
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	De especial importancia	Morado
I	Importante	Azul
O	Ocasional	Verde
U	Sin importancia	Plomo
X	No deseable	Negro

Una vez definido el grado de relación y los motivos de cercanía se realizó la matriz de relación y el diagrama de relación. Ver figura 4.4 y figura 4.5

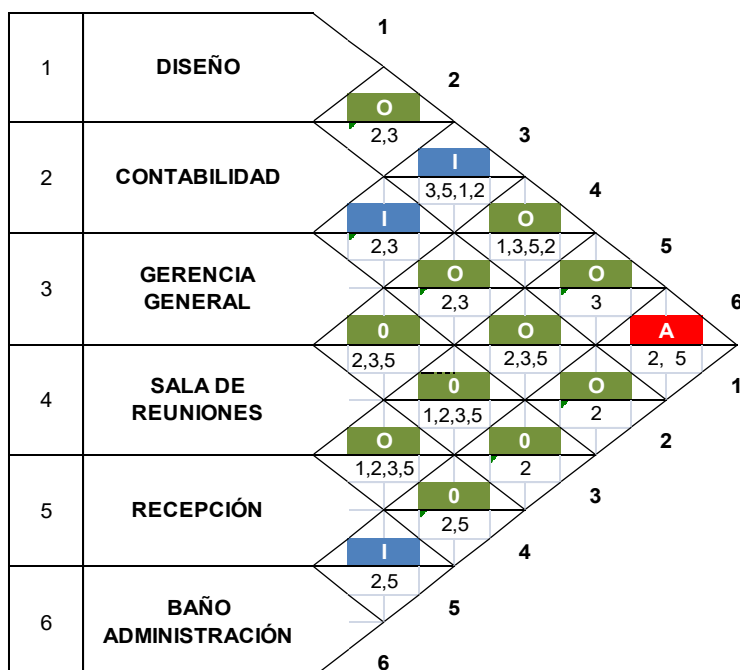


FIGURA 4.4: MATRIZ DE RELACIÓN ÁREAS ADMINISTRATIVAS

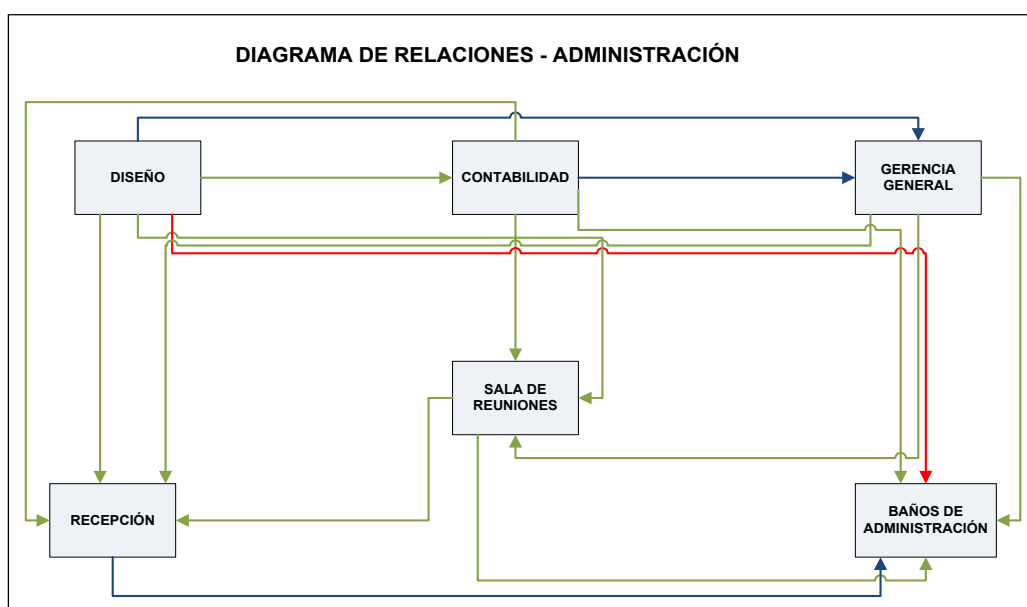


FIGURA 4.5: DIAGRAMA DE RELACIONES - ADMINISTRACIÓN

Con la información obtenida de la matriz y el diagrama de relación, luego de determinar las áreas que deben estar cerca por los motivos asignados, se realizó el diagrama de bloques, en el cual se propone posibles distribuciones del área administrativa considerando la relación necesaria entre las áreas.

Los bloques inicialmente serán ubicados de acuerdo a la cercanía y relación obtenida, pero luego serán ajustados a las medidas reales de cada área con la finalidad de determinar la carga para cada opción y escoger la que recorra menor distancia.

A continuación se detalla los requerimientos de espacios para el área de administración de la nueva planta, estas medidas serán utilizadas para obtener las dimensiones de las áreas, las cuales se utilizarán para calcular la distancia recorrida de las opciones propuestas. Ver tabla 31.

TABLA 31
REQUERIMIENTOS DE ESPACIO ADMINISTRACIÓN

DISEÑO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Mesa de Trabajo (Módulos 5 Maquinas)	2,00	3,00	1,20	3,60	7,20
Plotter	1,00	2,60	1,00	2,60	2,60
Soporte impresiones plotter	1,00	2,60	0,60	1,56	1,56
Oficina de Jefes de Diseño Secciones	1,00	3,00	3,00	9,00	9,00
Sala de Reuniones / Vestidor	1,00	3,00	4,00	12,00	12,00
Cuarto de Muestras Aprobadas	1,00	3,00	3,00	9,00	9,00
Oficina Diseñadores	1,00	3,00	3,00	9,00	9,00
Área de Diseños sin aprobar	1,00	5,00	3,00	15,00	15,00
Área de elaboración de Patrones	1,00	3,00	4,00	12,00	12,00
				Área Total (m2)	77,36
				Circulación	52,2
				Área Total (m2)	129,56
CONTABILIDAD					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Escritorios	2,00	1,20	1,00	1,20	2,40
Archivadores	3,00	0,80	0,50	0,40	1,20
Estantería Folders Contables	1,00	3,00	0,50	1,50	1,50
Mesa de reunión	1,00	1,20	1,20	1,44	1,44
Sillas	4,00	0,40	0,40	0,16	0,64
Silla Supervisores	3,00	0,40	0,40	0,16	0,48
Escritorio Contador general	1,00	1,80	1,20	2,16	2,16
Archivador CG	2,00	1,50	0,50	0,75	1,50
Silla CG	1,00	0,50	0,50	0,25	0,25
				Área Total (m2)	11,57
				Circulación	9
				Área Total (m2)	20,57
BAÑO ADMINISTRACIÓN					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Lavamanos	1,00	0,60	0,40	0,24	0,24
Servicio Higiénico	2,00	0,80	1,00	0,80	1,60
Secador	1,00	0,40	0,40	0,16	0,16
Urinario	1,00	0,50	0,30	0,15	0,15
				Área Total (m2)	2,15
				Circulación	3,6
				Área Total (m2)	5,75

GERENCIA GENERAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Escritorio Gerente General	1,00	2,00	1,20	2,40	2,40
Archivador Gerente General	1,00	1,80	0,50	0,90	0,90
Silla Gerente General	1,00	0,50	0,50	0,25	0,25
Baños Gerencia	1,00	3,00	2,00	6,00	6,00
Sillas Visitas	2,00	0,40	0,40	0,16	0,32
Archivador Bajo	2,00	1,20	0,50	0,60	1,20
Sofa esquinero	1,00	2,00	0,60	1,20	1,20
				Área Total (m2)	12,27
				Circulación	12,1
				Área Total (m2)	24,37

SALA DE REUNIONES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Archivador	1,00	0,50	0,50	0,25	0,25
Mesa de reuniones (6 personas)	1,00	2,60	1,50	3,90	3,90
Sillas	6,00	0,50	0,50	0,25	1,50
Pizarra	1,00	0,40	1,80	0,72	0,72
				Área Total (m2)	6,37
				Circulación	9,6
				Área Total (m2)	15,97

RECEPCIÓN / SALA DE ESPERA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Escritorio	1,00	1,40	1,00	1,40	1,40
Silla	1,00	0,40	0,40	0,16	0,16
Archivador bajo	1,00	2,00	0,50	1,00	1,00
Mesa para impresora	1,00	0,60	0,40	0,24	0,24
Sofas de espera	2,00	1,30	0,60	0,78	1,56
Baño	1,00	2,00	1,50	3,00	3,00
Mesa baja central	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60
Mesa de revistas laterales	2,00	0,40	0,40	0,16	0,32
Dispensador de agua	1,00	0,40	0,40	0,16	0,16
				Área Total (m2)	8,44
				Circulación	12,20
				Área Total (m2)	20,64

En la primera propuesta se considera la siguiente distribución.

Ver figura 4.6 y figura 4.7.

OPCIÓN #1

GERENCIA GENERAL	DISEÑO	BAÑOS
CONTABILIDAD	SALA DE REUNIONES	RECEPCIÓN

FIGURA 4.6: DIAGRAMA DE BLOQUES ADMINISTRACIÓN

OPCIÓN 1

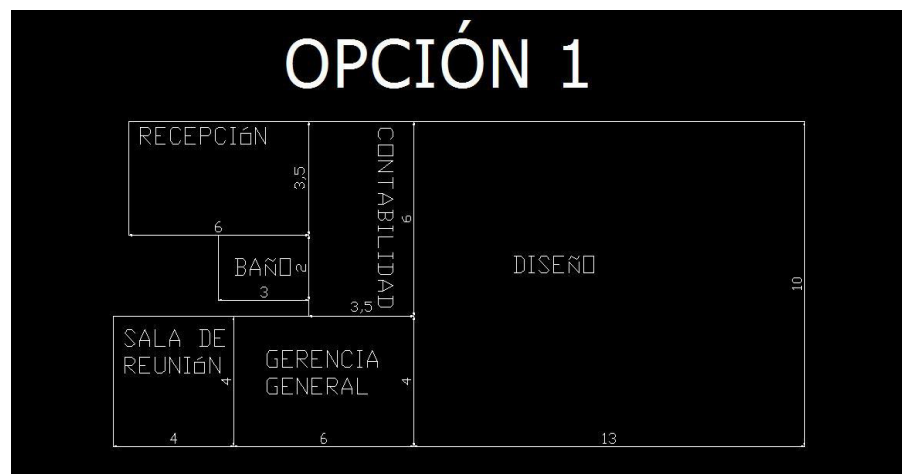


FIGURA 4.7: PLANO ADMINISTRACIÓN OPCIÓN 1

La primera propuesta sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Gerencia General –Diseño
- Gerencia General – Contabilidad

- Baños Administración – Gerencia General

Para determinar la carga de la primera opción, se debe considerar el número de movimientos entre las áreas cuantificados en la carta From – To y la distancia que recorrerían basado en el plano de administración opción 1, como se muestra a continuación. Ver tabla 32.

TABLA 32
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ADMINISTRACIÓN 1

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 1			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
DISEÑO-CONTABILIDAD	2	10,25	20,5
DISEÑO-GERENCIA GENERAL	8	12,5	100
DISEÑO-SALA DE REUNIONES	3	17,5	52,5
DISEÑO-RECEPCIÓN	3	16,25	48,75
DISEÑO-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	19	12	228
CONTABILIDAD-GERENCIA GENERAL	6	6,25	37,5
CONTABILIDAD-SALA DE REUNIONES	2	11,25	22,5
CONTABILIDAD-RECEPCIÓN	4	6	24
CONTABILIDAD-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	5	4,81	24,05
SALA DE REUNIONES-RECEPCIÓN	2	17,25	34,5
SALA DE REUNIONES-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	0	12,94	0
RECEPCIÓN-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	6	10,81	64,86
GERENCIA GENERAL-SALA DE REUNIONES	2	5	10
GERENCIA GENERAL-RECEPCIÓN	4	12,25	49
GERENCIA GENERAL-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	4	7,94	31,76
DISTANCIA RECORRIDA			747,92

La opción 1, según el análisis la carga diaria tendría un recorrido total de 747,92 m.

En la segunda opción se considera la siguiente distribución. Ver figura 4.8 y figura 4.9.

OPCIÓN #2

BAÑOS	DISEÑO	SALA DE REUNIONES
RECEPCIÓN	GERENCIA GENERAL	CONTABILIDAD

FIGURA 4.8: DIAGRAMA DE BLOQUES ADMINISTRACIÓN

OPCIÓN 2

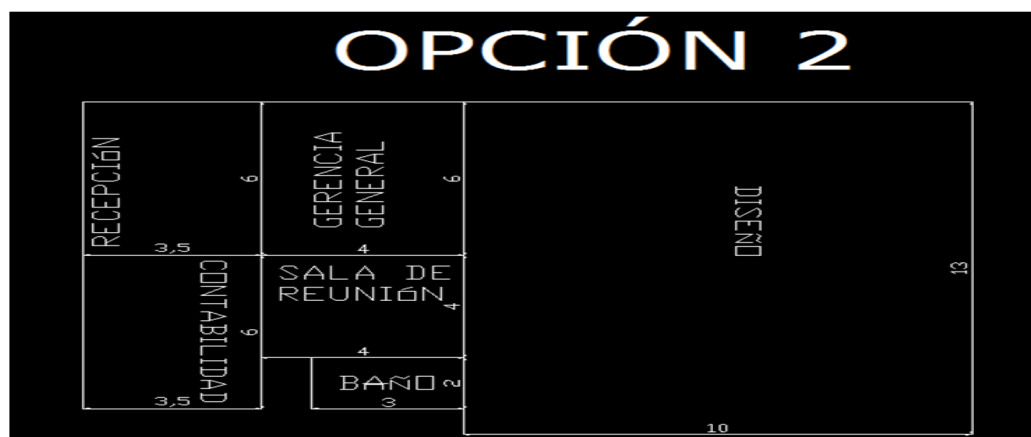


FIGURA 4.9: PLANO ADMINISTRACIÓN OPCIÓN 2

La segunda propuesta sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Diseño- Gerencia General

- Diseño – Baños
- Diseño – Sala de Reuniones

Para determinar la carga de la segunda opción, se debe considerar el número de movimientos cuantificados entre las áreas descritas en la carta From – To y la distancia que recorrerían basado en el plano de administración opción 2, como se muestra a continuación. Ver tabla 33.

TABLA 33
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ADMINISTRACIÓN 2

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 2			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
DISEÑO-CONTABILIDAD	2	13,25	26,5
DISEÑO-GERENCIA GENERAL	8	10,5	84
DISEÑO-SALA DE REUNIONES	3	8,5	25,5
DISEÑO-RECEPCIÓN	3	14,25	42,75
DISEÑO-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	19	13	247
CONTABILIDAD-GERENCIA GENERAL	6	9,75	58,5
CONTABILIDAD-SALA DE REUNIONES	2	4,75	9,5
CONTABILIDAD-RECEPCIÓN	4	6	24
CONTABILIDAD-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	5	6,25	31,25
SALA DE REUNIONES-RECEPCIÓN	2	8,75	17,5
SALA DE REUNIONES-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	0	3,5	0
RECEPCIÓN-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	6	12,25	73,5
GERENCIA GENERAL-SALA DE REUNIONES	2	5	10
GERENCIA GENERAL-RECEPCIÓN	4	3,75	15
GERENCIA GENERAL-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	4	8,5	34
DISTANCIA RECORRIDA			699,0

La opción 2, basado en el análisis realizado, la carga diaria tendría un recorrido total de 699,00 m.

En la tercera opción se considera la siguiente distribución. Ver figura 4.10 y figura 4.11.

OPCIÓN #3

GERENCIA GENERAL	CONTABILIDAD	SALA DE REUNIONES
DISEÑO	BAÑOS	RECEPCIÓN

FIGURA 4.10: DIAGRAMA DE BLOQUES ADMINISTRACIÓN

OPCIÓN 3

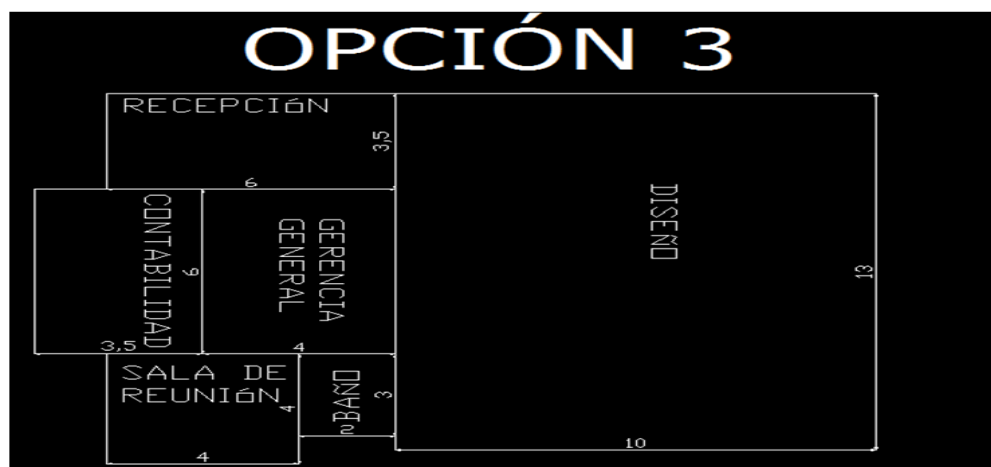


FIGURA 4.11: PLANO ADMINISTRACIÓN OPCIÓN 3

La tercera propuesta sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Diseño- Gerencia General
- Diseño – Baños
- Gerencia General – Baños
- Contabilidad – Gerencia General

Para determinar la carga de la tercera opción, se debe considerar el número de movimientos entre las áreas descritos en la carta From – To y la distancia que recorrerían basado en el plano de administración opción 3, como se muestra a continuación. Ver tabla 34.

TABLA 34
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ADMINISTRACIÓN 3

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 3			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
DISEÑO-CONTABILIDAD	2	10,75	21,5
DISEÑO-GERENCIA GENERAL	8	7	56
DISEÑO-SALA DE REUNIONES	3	14	42
DISEÑO-RECEPCIÓN	3	12,75	38,25
DISEÑO-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	19	10,44	198,36
CONTABILIDAD-GERENCIA GENERAL	6	3,75	22,5
CONTABILIDAD-SALA DE REUNIONES	2	6,75	13,5
CONTABILIDAD-RECEPCIÓN	4	7,5	30
CONTABILIDAD-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	5	9,31	46,55
SALA DE REUNIONES-RECEPCIÓN	2	10,75	21,5
SALA DE REUNIONES-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	0	3,56	0
RECEPCIÓN-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	6	11,31	67,86
GERENCIA GENERAL-SALA DE REUNIONES	2	7	14
GERENCIA GENERAL-RECEPCIÓN	4	5,75	23
GERENCIA GENERAL-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	4	5,56	22,24
DISTANCIA RECORRIDA			617,3

La opción 3, basado en el análisis realizado, muestra que la carga diaria sería 617,30 m.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las tres opciones analizadas para el área administrativa, la mejor distribución es aquella que tiene la menor distancia recorrida entre las áreas, para este caso la opción 3, con 617,30 m, representa la menor carga diaria.

Para el caso del área de producción, también se realizó una carta From–To mejorada, en la cual se consideró todos los movimientos que existirían entre las áreas teniendo en cuenta el nuevo número de personas requeridas por el balanceo de línea para cubrir la demanda proyectada.

Los departamentos que formarán el área de producción son los siguientes:

- Corte
- Bodega Temporal
- Confección
- Bodega de Accesorios
- Serigrafía
- Oficina de Planta
- Área de Mantenimiento

- Baños de Producción

En la carta From-To de producción, se agregó el área de mantenimiento ya que la gerencia general consideró importante diseñar esta área para que las máquinas de confección puedan ser reparadas en el taller que se encontrará en el área de mantenimiento, ya que actualmente existe personal de mantenimiento pero no tienen una oficina establecida para ellos, se encuentran ubicados en la oficina de planta. A continuación se muestra la carta From-To de Producción. Ver tabla 35.

TABLA 35

CARTA FROM-TO ÁREA DE PRODUCCIÓN MEJORADA (DIARIA)

CARTA FROM -TO ÁREA DE PRODUCCIÓN MEJORADA (DIARIA)									
	CORTE	CONFECCIÓN	ÁREA DE SERIGRAFÍA	BODEGA TEMPORAL	BODEGA DE ACCESORIOS	BAÑOS PRODUCCIÓN	OFICINA PLANTA	ÁREA DE MANTENIMIENTO	TOTAL
CORTE	0	2	0	70	0	20	2	2	96
CONFECCIÓN	1	0	9	0	3	350	5	3	371
ÁREA DE SERIGRAFÍA	0	2	0	0	2	6	1	1	12
BODEGA TEMPORAL	2	73	0	0	0	15	1	0	91
BODEGA DE ACCESORIO	0	2	2	0	0	4	1	0	9
BAÑOS PRODUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OFICINA PLANTA	2	8	2	1	2	8	0	2	25
ÁREA DE MANTENIMIENTO	2	4	2	0	0	7	3	0	18
TOTAL	7	91	15	71	7	410	13	8	

Los movimientos totales entre las áreas de producción son los siguientes. Ver tabla 36.

TABLA 36

TOTAL DE MOVIMIENTOS ÁREAS DE PRODUCCIÓN

ÁREAS	# MOVIMIENTOS
CORTE - CONFECCIÓN	3
CORTE - A. SERIGRAFÍA	0
CORTE - BOD TEMPORAL	72
CORTE - BOD DE ACCESORIOS	0
CORTE - BAÑOS	20
CORTE - OF. PLANTA	4
CORTE - ÁREA DE MANTENIMIENTO	4
CONFECCIÓN - A. SERIGRAFÍA	11
CONFECCIÓN - BOD TEMPORAL	73
CONFECCIÓN - BOD DE ACCESORIOS	5
CONFECCIÓN - BAÑOS	350
CONFECCIÓN - OF. PLANTA	13
CONFECCIÓN - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7
A. SERIGRAFÍA - BOD TEMPORAL	0
A. SERIGRAFÍA - BOD DE ACCESORIOS	4
A. SERIGRAFÍA - BAÑOS	6
A. SERIGRAFÍA - OF. PLANTA	3
A. SERIGRAFÍA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	3
BOD TEMPORAL - BOD DE ACCESORIOS	0
BOD TEMPORAL - BAÑOS	15
BOD TEMPORAL - OF. PLANTA	2
BOD TEMPORAL - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0
BOD DE ACCESORIOS - BAÑOS	4
BOD DE ACCESORIOS - OF. PLANTA	3
BOD DE ACCESORIOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0
BAÑOS - OF. PLANTA	8
BAÑOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7
OF. PLANTA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	5

Basado en la cantidad de movimientos totales entre las áreas, se definió una escala que define el grado de criticidad, es decir que mientras más alto sea el número de movimientos entre áreas más relacionadas y cerca deben estar. Ver tabla 37.

TABLA 37**GRADO DE CRITICIDAD DE MOVIMIENTOS PRODUCCIÓN**

Valor	Equivalente
A	71-350 movimientos
E	21-70 movimientos
I	6-20 movimientos
O	1-5 movmientos
U	0 movimientos

Para evaluar las cercanía entre las áreas se definió motivos de cercanía que son considerados para evaluar la relación entre las áreas, de igual manera se estableció el grado de relación entre las áreas tomando como referencia la cantidad de movimientos entre las áreas. Ver tabla 38 y tabla 39.

TABLA 38**MOTIVOS DE CERCANÍA PRODUCCIÓN**

MOTIVOS DE CERCANÍA	
CÓDIGO	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de Personas
3	Flujo de Información
4	Facilidad de Supervisión
5	Conveniencia
6	Uso de los mismos equipos

TABLA 39
GRADO DE RELACIÓN

GRADO DE RELACIÓN		
VALOR	CERCANÍA	COLOR
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	De especial importancia	Morado
I	Importante	Azul
O	Ocasional	Verde
U	Sin importancia	Plomo
X	No deseable	Negro

Una vez definido el grado de relación y los motivos de cercanía se realizó la matriz de relación y el diagrama de relación. Ver figura 4.12 y figura 4.13.

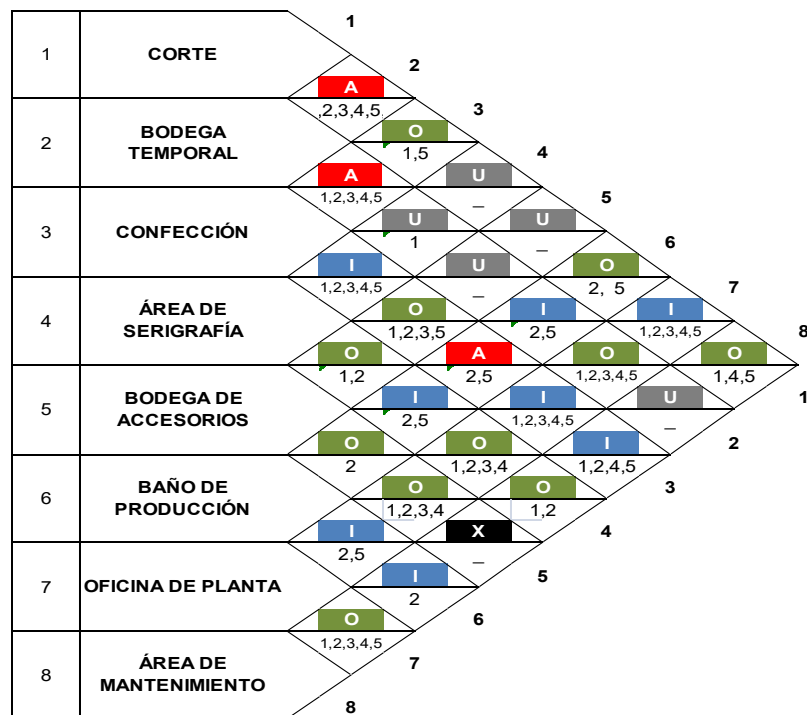


FIGURA 4.12: MATRIZ DE RELACIÓN ÁREAS DE PRODUCCIÓN

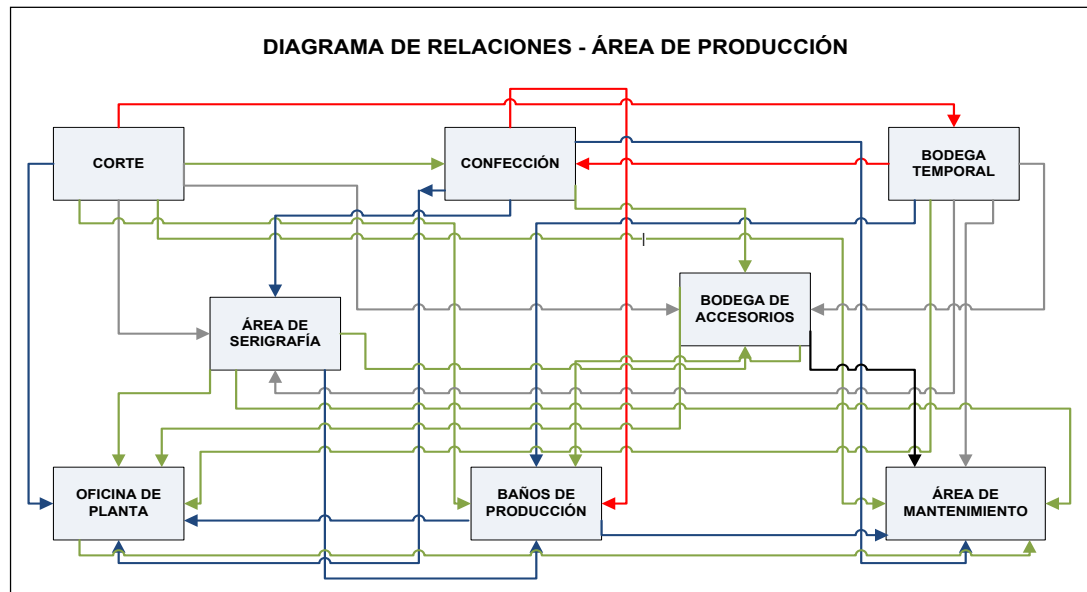


FIGURA 4.13: DIAGRAMA DE RELACIONES – ÁREA DE PRODUCCIÓN

Con el resultado obtenido de la matriz y del diagrama de relación, se realizó el diagrama de bloques, en el cual se propone posibles distribuciones del área de producción considerando la relación necesaria entre las áreas.

Los bloques inicialmente serán ubicados de acuerdo a la cercanía y relación obtenida, para luego ser ajustados a las medidas reales de cada área con la finalidad de determinar la carga para cada opción y obtener la opción que recorra menor distancia.

A continuación se detalla los requerimientos de espacios para el área de producción de la nueva planta, estas medidas serán utilizadas para obtener las dimensiones de las áreas, las cuales se utilizarán para calcular la distancia recorrida de las opciones propuestas. Ver tabla 40.

TABLA 40
REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PRODUCCIÓN

ÁREA DE CORTE					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Mesa de Corte	1,00	12,00	2,00	24,00	24,00
Mesa de Corte	1,00	9,00	2,00	18,00	18,00
Estantería para rollos	1,00	3,00	1,30	3,90	3,90
Área de Gavetas	1,00	4,00	0,80	3,20	3,20
Cortadoras Eléctricas	2,00	0,30	0,40	0,00	0,00
				Área Total (m2)	49,10
				Circulación	70,2
				Área Total (m2)	119,3

ÁREA DE CONFECCIÓN					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Mesa de Trabajo (Módulos)	17,00	6,00	1,20	7,20	122,40
Mesa de Trabajo (Desilachadoras)	8,00	1,20	0,80	0,96	7,68
Mesa de Trabajo (Botoneras)	5,00	1,20	0,80	0,96	4,80
Mesa de Trabajo (Ojaladoras)	6,00	1,20	0,80	0,96	5,76
Mesa de Trabajo (Módulo Adicional)	1,00	3,60	1,20	4,32	4,32
Mesa de Soporte (Plancha Eléctrica)	1,00	2,50	1,50	3,75	3,75
Área Temporal Gavetas (Módulos)	17,00	1,40	0,80	1,12	19,04
Escritorio	1,00	1,20	0,80	0,96	0,96
Archivador	1,00	0,80	0,50	0,40	0,40
Silla	1,00	0,40	0,40	0,16	0,16
				Área Total (m2)	169,27
				Circulación	315,9
				Área Total (m2)	485,17

BODEGA TEMPORAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Mesa de Trabajo	2,00	2,50	1,80	4,50	9,00
Sillas	8,00	0,40	0,40	0,16	1,28
Estantería (materiales)	1,00	2,00	0,50	1,00	1,00
Área de Gavetas	1,00	6,00	1,50	9,00	9,00
				Área Total (m2)	20,28
				Circulación	27
				Área Total (m2)	47,28

ÁREA DE SERIGRAFÍA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Mesa de Trabajo	1,00	6,12	1,30	7,96	7,96
Sillas	3,00	0,40	0,40	0,16	0,48
Cuarto de Revelado	1,00	4,00	2,00	8,00	8,00
Pulpo Manual (5 Brazos)	1,00	3,00	3,00	9,00	9,00
Pulpo Manual (6 Brazos)	1,00	3,00	3,00	9,00	9,00
Pulpo Mecánico (12 Brazos)	1,00	3,20	3,20	10,24	10,24
Estantería de Tintas	1,00	2,00	0,40	0,80	0,80
Estantería de Materiales	1,00	2,00	0,40	0,80	0,80
Lavabo	1,00	0,80	0,60	0,48	0,48
Horno	1,00	2,00	0,90	1,80	1,80
Área de Almacenamiento de Gavetas	1,00	2,00	1,00	2,00	2,00
Área de Almacenamiento de Artes	1,00	6,00	1,50	9,00	9,00
				Área Total (m2)	59,56
				Circulación	58,08
				Área Total (m2)	117,64

BODEGA DE ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Escritorios	2,00	1,20	1,00	1,20	2,40
Archivador	2,00	0,80	0,50	0,40	0,80
Mesa de Impresora General	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sillas	2,00	0,40	0,40	0,16	0,32
Estanterías	2,00	3,00	0,50	1,50	3,00
Estanterías	4,00	4,80	0,50	2,40	9,60
				Área Total (m2)	17,12
				Circulación	24,6
				Área Total (m2)	41,72

ÁREA DE MANTENIMIENTO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Oficina Supervisor y Técnicos	1,00	5,00	3,00	15,00	15,00
Mesa de Trabajo Técnicos	1,00	2,60	1,20	3,12	3,12
Archivador	2,00	0,80	0,50	0,40	0,80
Sillas	3,00	0,40	0,40	0,16	0,48
Área de Equipos en reparación	1,00	5,00	2,00	10,00	10,00
Estanterías de Herramientas	2,00	2,20	0,60	1,32	2,64
				Área Total (m2)	32,04
				Circulación	15,75
				Área Total (m2)	47,79

BAÑOS PRODUCCIÓN					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Lavabos Varones	3,00	0,60	0,40	0,24	0,72
Servicio Higiénico Varones	3,00	1,20	1,30	1,56	4,68
Casilleros Varones	1,00	5,00	0,50	2,50	2,50
Casilleros Varones	1,00	3,00	0,50	1,50	1,50
Casilleros Varones	1,00	4,50	0,50	2,25	2,25
Puertas Servicios	3,00	0,80	0,15	0,12	0,36
Divisiones Servicios Higiénicos Varones	4,00	1,00	0,15	0,15	0,60
División Servicios - Casilleros	1,00	4,00	0,25	1,00	1,00
División Entre Baños V-M	1,00	5,00	0,25	1,25	1,25
Lavabos Mujeres	3,00	0,60	0,40	0,24	0,72
Servicio Higiénico Mujeres	3,00	1,20	1,30	1,56	4,68
Casilleros Mujeres	1,00	5,00	0,50	2,50	2,50
Casilleros Mujeres	1,00	3,00	0,50	1,50	1,50
Casilleros Mujeres	1,00	4,50	0,50	2,25	2,25
Puertas	3,00	0,80	0,15	0,12	0,36
Divisiones Servicios Higiénicos Mujeres	4,00	1,00	0,15	0,15	0,60
División Servicios - Casilleros	1,00	4,00	0,25	1,00	1,00
Ingreso General a Baños	1,00	1,20	1,20	1,44	1,44
				Área Total (m2)	29,91
				Circulación	42
				Área Total (m2)	71,91

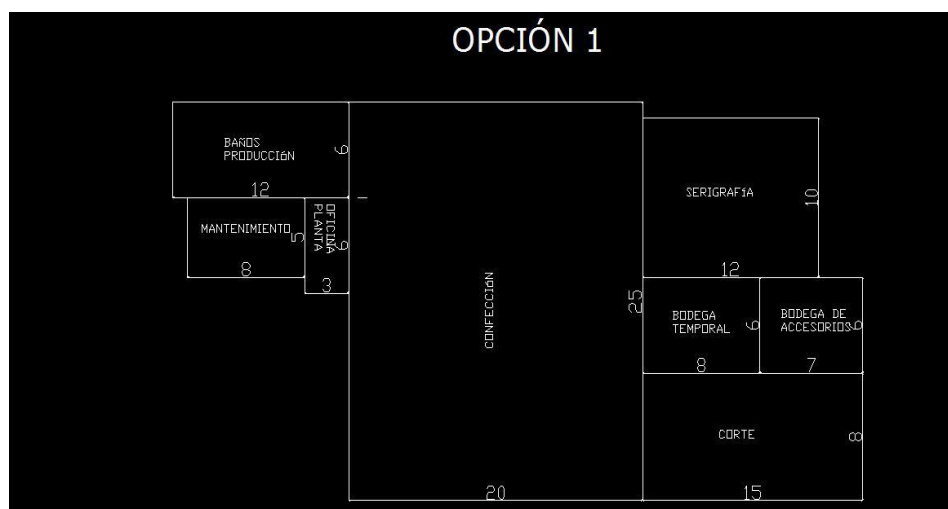
OFICINA PLANTA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Escritorio Supervisores de Producción	3,00	1,20	1,00	1,20	3,60
Archivador	3,00	0,80	0,50	0,40	1,20
Mesa de Impresora General	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Silla Supervisores	3,00	0,40	0,40	0,16	0,48
Escritorio Jefe de Producción General	1,00	1,80	1,20	2,16	2,16
Archivador JP	2,00	0,80	0,50	0,40	0,80
Silla JP	1,00	0,50	0,50	0,25	0,25
				Área Total (m2)	9,49
				Circulación	8
				Área Total (m2)	17,49

En la primera propuesta se considera la siguiente distribución.

Ver figura 4.14 y figura 4.15.

OPCIÓN #1

OFICINA DE PLANTA	BAÑOS	CONFECCIÓN	SERIGRAFÍA
ÁREA DE MANTENIMIENTO	CORTE	BODEGA TEMPORAL	BODEGA DE ACCESORIOS

FIGURA 4.14: DIAGRAMA DE BLOQUES PRODUCCIÓN OPCIÓN 1**FIGURA 4.15: PLANO PRODUCCIÓN OPCIÓN 1**

La primera propuesta para el área de producción sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Corte – bodega Temporal
- Bodega Temporal – confección
- Confección - Serigrafía
- Confección – Baños de Producción

Para determinar el recorrido de la opción 1, se debe considerar el número de movimientos entre las áreas mencionadas en la carta From – To de producción y la distancia que recorrerían basado en el plano de producción opción 1, como se muestra en la tabla 41.

TABLA # 41
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN PRODUCCIÓN 1

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 1			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
CORTE - CONFECCIÓN	3	26	78
CORTE - A. SERIGRAFÍA	0	16,5	0
CORTE - BOD TEMPORAL	72	10,5	756
CORTE - BOD DE ACCESORIOS	0	11	0
CORTE - BAÑOS	20	51,5	1030
CORTE - OF. PLANTA	4	41	164
CORTE - ÁREA DE MANTENIMIENTO	4	47	188
CONFECCIÓN - A. SERIGRAFÍA	11	22,5	247,5
CONFECCIÓN - BOD TEMPORAL	73	15,5	1131,5
CONFECCIÓN - BOD DE ACCESORIOS	5	23	115
CONFECCIÓN - BAÑOS	350	25,5	8925
CONFECCIÓN - OF. PLANTA	13	15	195
CONFECCIÓN - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7	21	147
A. SERIGRAFÍA - BOD TEMPORAL	0	10	0
A. SERIGRAFÍA - BOD DE ACCESORIOS	4	13,5	54
A. SERIGRAFÍA - BAÑOS	6	35	210
A. SERIGRAFÍA - OF. PLANTA	3	30,5	91,5
A. SERIGRAFÍA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	3	35,5	106,5
BOD TEMPORAL - BOD DE ACCESORIOS	0	7,5	0
BOD TEMPORAL - BAÑOS	15	41	615
BOD TEMPORAL - OF. PLANTA	2	30,5	61
BOD TEMPORAL - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	36,5	0
BOD DE ACCESORIOS - BAÑOS	4	48,5	194
BOD DE ACCESORIOS - OF. PLANTA	3	38	114
BOD DE ACCESORIOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	44	0
BAÑOS - OF. PLANTA	8	10,5	84
BAÑOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7	6,5	45,5
OF. PLANTA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	5	6	30
DISTANCIA RECORRIDA			14.582,50

La opción 1, basado en el análisis realizado, muestra que la carga diaria sería 14.582,50m.

En la segunda opción se considera la siguiente distribución.

Ver figura 4.16 y figura 4.17.

OPCIÓN #2

BODEGA TEMPORAL	CONFECCIÓN	ÁREA DE MANTENIMIENTO	SERIGRAFÍA
CORTE	BAÑOS	OFICINA DE PLANTA	BODEGA DE ACCESORIOS

FIGURA 4.16: DIAGRAMA DE BLOQUES PRODUCCIÓN OPCIÓN 2

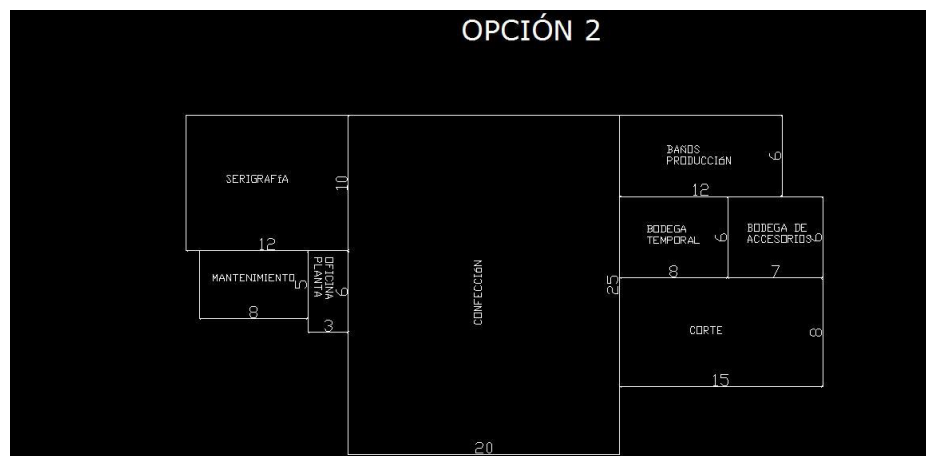


FIGURA 4.17: PLANO PRODUCCIÓN OPCIÓN 2

La segunda propuesta sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Confección- Baños de Producción
- Bodega Temporal – Confección
- Corte – bodega Temporal
- Mantenimiento – Oficina de Planta

- Serigrafía –Mantenimiento

Para determinar la carga de la segunda opción, se debe considerar el número de movimientos entre las áreas descritos en la carta From – To y la distancia que recorrerían basados en el plano de producción opción 2. Ver tabla 42.

TABLA 42

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN PRODUCCIÓN 2

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 2			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
CORTE - CONFECCIÓN	3	21	63
CORTE - A. SERIGRAFÍA	0	44,5	0
CORTE - BOD TEMPORAL	72	10,5	756
CORTE - BOD DE ACCESORIOS	0	11	0
CORTE - BAÑOS	20	14,5	290
CORTE - OF. PLANTA	4	32	128
CORTE - ÁREA DE MANTENIMIENTO	4	38	152
CONFECCIÓN - A. SERIGRAFÍA	11	23,5	258,5
CONFECCIÓN - BOD TEMPORAL	73	17,5	1277,5
CONFECCIÓN - BOD DE ACCESORIOS	5	25	125
CONFECCIÓN - BAÑOS	350	25,5	8925
CONFECCIÓN - OF. PLANTA	13	12	156
CONFECCIÓN - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7	17	119
A. SERIGRAFÍA - BOD TEMPORAL	0	34	0
A. SERIGRAFÍA - BOD DE ACCESORIOS	4	41,5	166
A. SERIGRAFÍA - BAÑOS	6	34	204
A. SERIGRAFÍA - OF. PLANTA	3	12,5	37,5
A. SERIGRAFÍA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	3	8,5	25,5
BOD TEMPORAL - BOD DE ACCESORIOS	0	7,5	0
BOD TEMPORAL - BAÑOS	15	8	120
BOD TEMPORAL - OF. PLANTA	2	29,5	59
BOD TEMPORAL - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	34,5	0
BOD DE ACCESORIOS - BAÑOS	4	11,5	46
BOD DE ACCESORIOS - OF. PLANTA	3	37	111
BOD DE ACCESORIOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	42	0
BAÑOS - OF. PLANTA	8	37,5	300
BAÑOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7	42,5	297,5
OF. PLANTA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	5	6	30
DISTANCIA RECORRIDA			13.646,50

La opción 2, según el análisis la carga diaria tendría un recorrido total de 13.646,50 m.

En la tercera opción se considera la siguiente distribución. Ver figura 4.18 y figura 4.19.

OPCIÓN #3

CORTE	BAÑOS	OFICINA DE PLANTA	ÁREA DE MANTENIMIENTO
BODEGA TEMPORAL	CONFECCIÓN	BODEGA DE ACCESORIOS	SERIGRAFÍA

FIGURA 4.18: DIAGRAMA DE BLOQUES PRODUCCIÓN 3

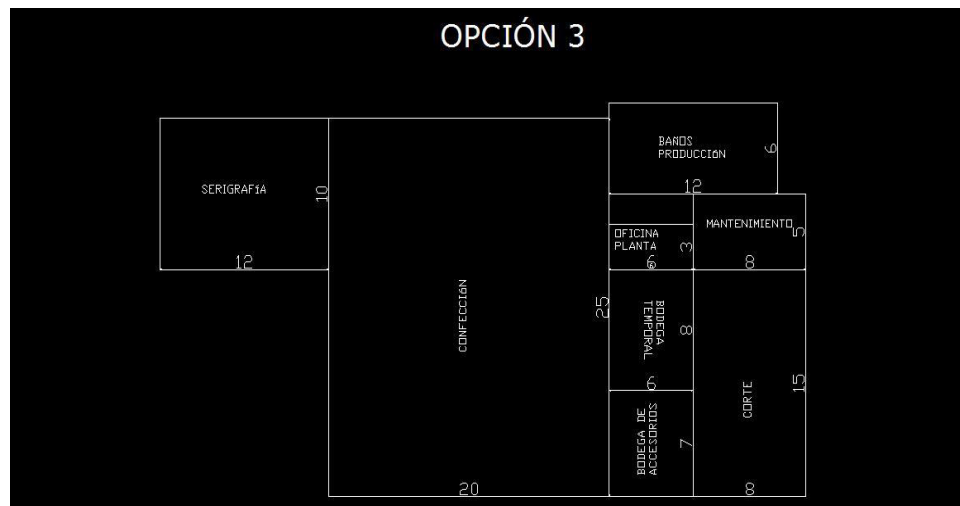


FIGURA 4.19: PLANO PRODUCCIÓN OPCIÓN 3

La tercera propuesta sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Corte- Bodega Temporal
- Bodega Temporal – Confección
- Confección- Bodega de Accesorios

- Oficina de Planta – Mantenimiento.

Para determinar la carga de la tercera opción, se debe considerar el número de movimientos entre las áreas de la carta From – To de producción y la distancia que recorrerían basado en el plano de producción opción 3, como se muestra en la tabla 43.

TABLA 43
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN PRODUCCIÓN 3

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 3			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
CORTE - CONFECCIÓN	3	25	75
CORTE - A. SERIGRAFÍA	0	48,5	0
CORTE - BOD TEMPORAL	72	10,5	756
CORTE - BOD DE ACCESORIOS	0	11	0
CORTE - BAÑOS	20	19,5	390
CORTE - OF. PLANTA	4	16	64
CORTE - ÁREA DE MANTENIMIENTO	4	10	40
CONFECCIÓN - A. SERIGRAFÍA	11	23,5	258,5
CONFECCIÓN - BOD TEMPORAL	73	14,5	1058,5
CONFECCIÓN - BOD DE ACCESORIOS	5	22	110
CONFECCIÓN - BAÑOS	350	26,5	9275
CONFECCIÓN - OF. PLANTA	13	17	221
CONFECCIÓN - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7	25	175
A. SERIGRAFÍA - BOD TEMPORAL	0	38	0
A. SERIGRAFÍA - BOD DE ACCESORIOS	4	45,5	182
A. SERIGRAFÍA - BAÑOS	6	35	210
A. SERIGRAFÍA - OF. PLANTA	3	32,5	97,5
A. SERIGRAFÍA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	3	38,5	115,5
BOD TEMPORAL - BOD DE ACCESORIOS	0	7,5	0
BOD TEMPORAL - BAÑOS	15	15	225
BOD TEMPORAL - OF. PLANTA	2	11,5	23
BOD TEMPORAL - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	13,5	0
BOD DE ACCESORIOS - BAÑOS	4	22,5	90
BOD DE ACCESORIOS - OF. PLANTA	3	19	57
BOD DE ACCESORIOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	21	0
BAÑOS - OF. PLANTA	8	9,5	76
BAÑOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7	9,5	66,5
OF. PLANTA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	5	8	40
DISTANCIA RECORRIDA			13605,5

La distancia recorrida que se obtuvo para la opción 3, es 13.605,50m.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las tres opciones analizadas para el área de producción, la opción que tiene la menor distancia recorrida es la número 3, por lo tanto la distribución óptima para el área de producción es la opción 3 con una distancia recorrida de 13.605,50 m.

Para el caso de la integración del área administrativa con el área de producción se realizó un SPL general, el cual también considera las bodega de producto terminado y la bodega de materia prima ya que no se encuentran dentro del área de administración ni de producción.

Se realizó una carta From –To mejorada, en la cual se consideró todos los movimientos que existirían entre las áreas de administración, producción, bodega de materia prima y bodega de producto terminado; teniendo en cuenta el nuevo número de personas requeridas por el balanceo de línea para cubrir la demanda proyectada.

Los departamentos que formarán el área general son los siguientes:

- Producción
- Administración
- Comedor
- Parqueo
- Dpto. Médico
- Área de recepción y despacho
- Bodega de Materia Prima
- Bodega de Producto Terminado

En la carta From – To General, se agregó un comedor, área para parqueos, departamento médico y área de recepción y despacho ya que actualmente la empresa no tiene ninguna de las áreas mencionadas y la gerencia general consideró importante diseñar estas áreas, en el caso del comedor el personal podrá almorzar en la planta, y para el caso del área de recepción y despacho consideraron que era correcto que la planta actual cuente con esta área para que exista una zona de carga y descarga de producto o materia prima. A continuación se muestra la carta From-To General. Ver tabla 44.

TABLA 44
CARTA FROM-TO GENERAL MEJORADA (DIARIA)

CARTA FROM-TO GENERAL MEJORADA (DIARIA)									
AREAS	BODEGA DE MATERIA PRIMA	AREA DE PRODUCCIÓN	ADMINISTRACIÓN	COMEDOR	PARQUEOS	BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	DEPT. MEDICO	AREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	TOTAL
BODEGA DE MATERIA PRIMA	0	58	6	4	2	0	0	20	90
AREA DE PRODUCCIÓN	7	0	18	179	6	34	2	2	248
ADMINISTRACIÓN	4	16	0	15	5	3	1	1	45
COMEDOR	0	0	1	0	0	0	0	0	1
PARQUEOS	0	0	0	0	0	0	0	5	5
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	0	6	5	7	1	0	0	8	27
DEPT. MEDICO	1	1	1	1	1	1	0	0	6
AREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	3	2	0	0	0	0	0	5
TOTAL	12	84	33	206	15	38	3	36	

Los movimientos totales entre las áreas generales son los siguientes. Ver tabla 45.

TABLA 45
TOTAL DE MOVIMIENTOS GENERAL

ÁREAS	# MOVIMIENTOS
BMP-ÁREA DE PRODUCCIÓN	65
BMP-ADMINISTRACIÓN	10
BMP-COMEDOR	4
BMP-PARQUEOS	2
BMP-BPT	0
BMP-DEPT. MÉDICO	1
BMP-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	20
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ADMINISTRACIÓN	34
ÁREA DE PRODUCCIÓN-COMEDOR	179
ÁREA DE PRODUCCIÓN-PARQUEOS	6
ÁREA DE PRODUCCIÓN-BPT	40
ÁREA DE PRODUCCIÓN-DEPT. MÉDICO	3
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5
ADMINISTRACIÓN-COMEDOR	16
ADMINISTRACIÓN-PARQUEOS	5
ADMINISTRACIÓN-BPT	8
ADMINISTRACIÓN-DEPT. MÉDICO	2
ADMINISTRACIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	3
COMEDOR-PARQUEOS	0
COMEDOR-BPT	7
COMEDOR-DEPT. MÉDICO	1
COMEDOR-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0
PARQUEOS-BPT	1
PARQUEOS-DEPT. MÉDICO	1
PARQUEOS-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5
BPT-DEPT. MÉDICO	1
BPT-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	8
DEPT. MÉDICO - ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0

Basado en la cantidad de movimientos totales entre las áreas, se estableció una escala que define el grado de criticidad, es decir que mientras más alto sea el número de movimientos entre áreas más relacionadas y cerca deben estar. Ver tabla 46.

TABLA 46

GRADO DE CRITICIDAD GENERAL

Valor	Equivalente
A	52-180 movimeintos
E	21-51 movimientos
I	11 - 20 movimientos
O	1 -10 movimientos
U	0 movimientos

Para evaluar las cercanía entre las áreas se definió motivos de cercanía que son considerados para evaluar la relación entre las áreas, de igual manera se estableció el grado de relación entre las áreas tomando como referencia la cantidad de movimientos entre las áreas. Ver tabla 47 y tabla 48.

TABLA 47

MOTIVOS DE CERCANÍA GENERAL

MOTIVOS DE CERCANÍA	
CÓDIGO	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de Personas
3	Flujo de Información
4	Facilidad de Supervisión
5	Conveniencia
6	Uso de los mismos equipos

TABLA 48
GRADO DE RELACIÓN GENERAL

GRADO DE RELACIÓN		
VALOR	CERCANÍA	COLOR
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	De especial importancia	Morado
I	Importante	Azul
O	Ocasional	Verde
U	Sin importancia	Plomo
X	No deseable	Negro

Una vez definido el grado de relación y los motivos de cercanía se realizó la matriz de relación y el diagrama de relación. Ver figura 4.20 y figura 4.21.

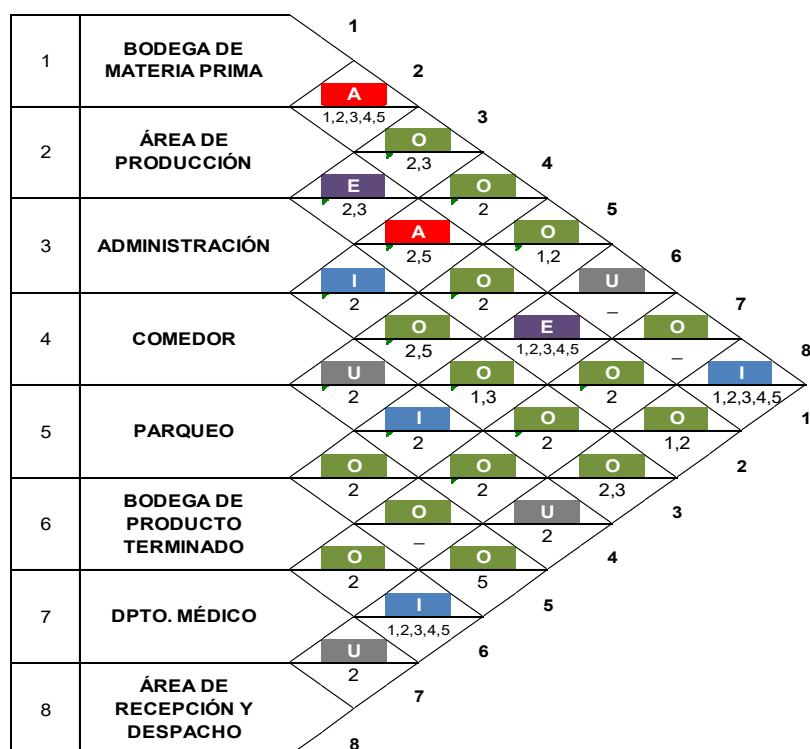


FIGURA 4.20: MATRIZ DE RELACIÓN GENERAL

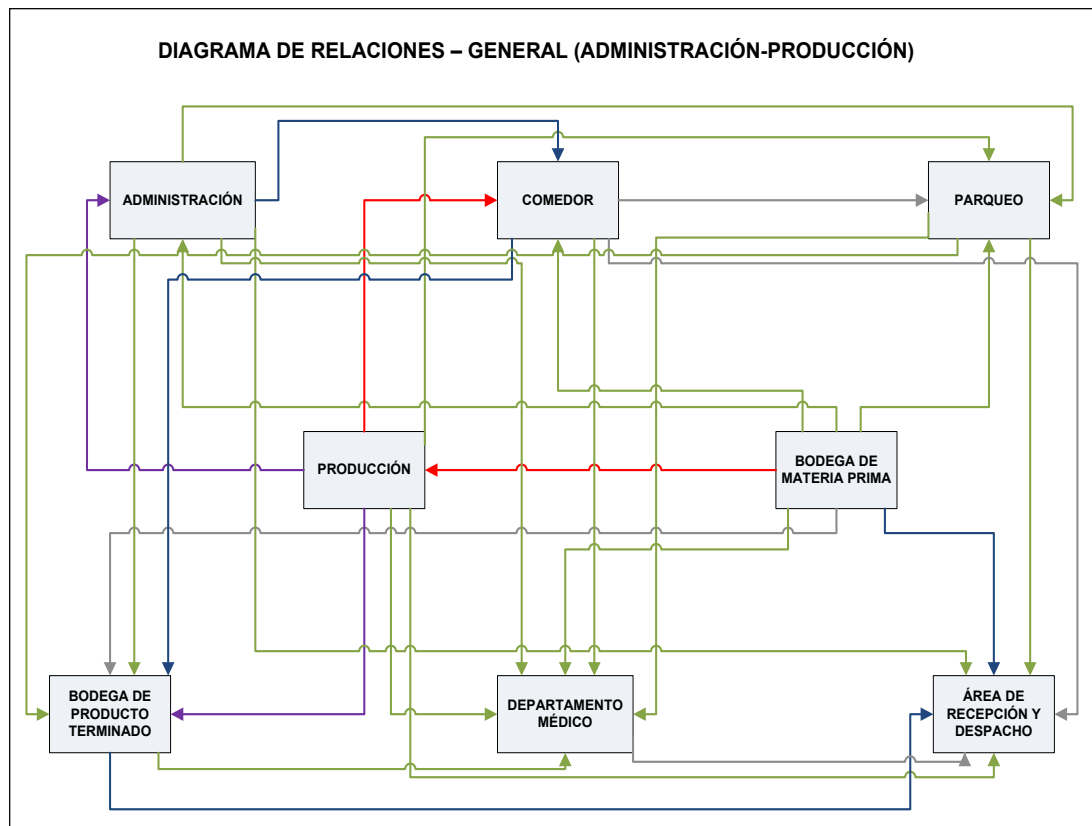


FIGURA 4.21: DIAGRAMA DE RELACIONES GENERAL

Con el resultado obtenido de la matriz y del diagrama de relación, se realizó el diagrama de bloques, en el cual se propone posibles distribuciones del área general (administración-producción) considerando la relación necesaria entre las áreas.

Los bloques inicialmente serán ubicados de acuerdo a la cercanía y relación obtenida, para luego ser ajustados a las medidas reales de cada área con la finalidad de determinar la

carga para cada opción y obtener la opción que recorra menor distancia.

A continuación se detalla los requerimientos de espacios para el área general; como las medidas del área de producción y administración ya fueron mostradas anteriormente, solo se mostrará los requerimientos de las nuevas áreas consideradas para el diseño de la nueva planta y los requerimientos de la bodega de producto terminado y de la bodega de materia prima. Estas medidas serán utilizadas para obtener las dimensiones de las áreas, las cuales se utilizarán para calcular la distancia recorrida de las opciones propuestas. Ver tabla 49.

TABLA 49
REQUERIMIENTOS DE ESPACIOS GENERAL

BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO / DESPACHO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Área de Gavetas Vacías	1,00	1,50	3,00	4,50	4,50
Área de Gavetas Producto terminado	1,00	1,50	6,00	9,00	9,00
Mesas de Trabajo (verticales)	2,00	1,20	5,00	6,00	12,00
Mesa de trabajo (horizontal)	1,00	1,20	3,90	4,68	4,68
Área de Planchado (3 mesas de planch)	1,00	2,00	7,00	14,00	14,00
Área de Lavado (2 lavadoras + lavabo)	1,00	3,50	0,70	2,45	2,45
Área de Tendido	1,00	2,00	4,00	8,00	8,00
				Área Total (m2)	54,63
				Circulación	85,20
				Área Total (m2)	139,83

ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Parqueo Camión	1,00	10,00	10,00	100,00	100,00
Área de Descarga mercadería	1,00	3,00	10,00	30,00	30,00
				Área Total (m2)	130,00
				Área Total (m2)	130,00

COMEDOR					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Mesas	5,00	3,50	1,20	4,20	21,00
Sillas	50,00	0,40	0,40	0,16	8,00
Área de cocina	1,00	3,00	4,00	12,00	12,00
				Área Total (m2)	42,64
				Circulación	47,00
				Área Total (m2)	89,64

PARQUEOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Estacionamientos	1,00	15,00	9,00	135,00	135,00
				Área Total (m2)	135,00
				Área Total (m2)	135,00

BODEGA DE MATERIA PRIMA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Estantería	16,00	2,40	1,50	3,60	57,60
Oficina Supervisor	1,00	2,50	3,00	7,50	7,50
				Área Total (m2)	65,10
				Circulación	44,86
				Área Total (m2)	109,96

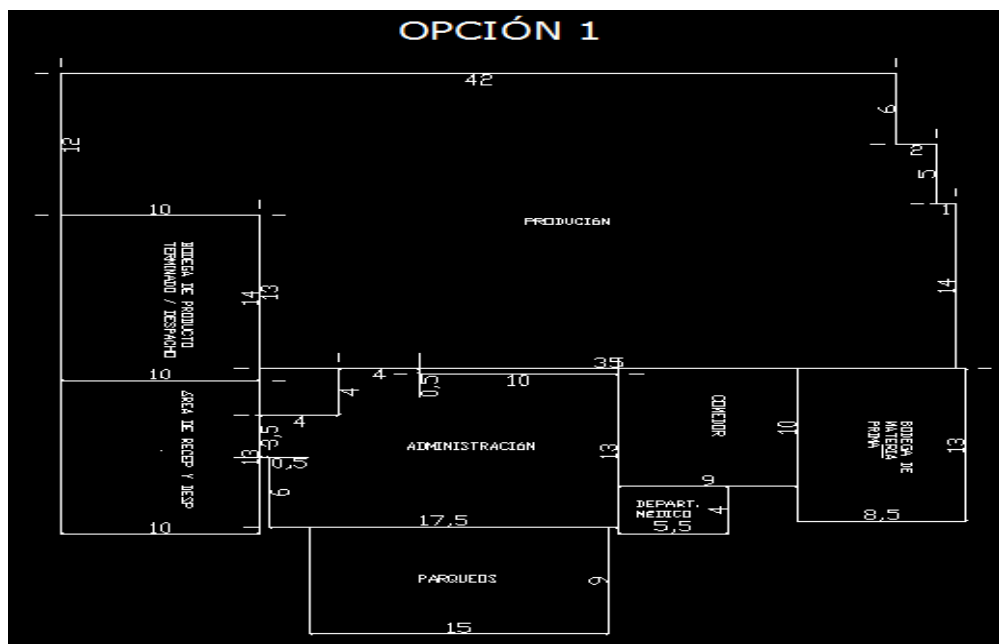
DEPARTAMENTO MÉDICO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONES		ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL (m2)
		Longitud (m)	Ancho (m)		
Escritorio Doctor	1,00	1,80	1,10	1,98	1,98
Silla	3,00	0,50	0,50	0,25	0,75
Archivador bajo	1,00	2,00	0,50	1,00	1,00
Mesa para impresora	1,00	0,60	0,40	0,24	0,24
Sofas de espera	1,00	1,60	0,60	0,96	0,96
Baño	1,00	2,00	1,50	3,00	3,00
Dispensador de agua	1,00	0,40	0,40	0,16	0,16
Cama	1,00	1,80	0,70	1,26	1,26
				Área Total (m2)	9,35
				Circulación	12,20
				Área Total (m2)	21,55

En la primera propuesta se considera la siguiente distribución.

Ver figura 4.22 y figura 4.23.

OPCIÓN #1

ÁREA DE DESPACHO Y RECEPCIÓN	BODEGA DE MATERIA PRIMA	COMEDOR	PARQUEO
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	PRODUCCIÓN	ADMINISTRACIÓN	DEPTO. MÉDICO

FIGURA 4.22: DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL OPCIÓN 1**FIGURA 4.23 PLANO GENERAL OPCIÓN 1**

La primera propuesta sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Producción – Administración
- Administración – Parqueo
- Administración- Comedor

- Bodega de Producto Terminado – Área de Recepción y Despacho

Para determinar la carga de la opción 1, se debe considerar el número de movimientos descritos entre las áreas en la carta From – To y la distancia que se recorrería basado en el plano general opción 1, como se muestra en la tabla 50.

TABLA 50
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN GENERAL 1

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 1			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
BMP-ÁREA DE PRODUCCIÓN	65	33,25	2161,25
BMP-ADMINISTRACIÓN	10	22,5	225
BMP-COMEDOR	4	10,19	40,76
BMP-PARQUEOS	2	32,75	65,5
BMP-BPT	0	48,75	0
BMP-DEPT. MÉDICO	1	16	16
BMP-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	20	37,25	745
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ADMINISTRACIÓN	34	28,25	960,5
ÁREA DE PRODUCCIÓN-COMEDOR	179	23,06	4127,74
ÁREA DE PRODUCCIÓN-PARQUEOS	6	38,5	231
ÁREA DE PRODUCCIÓN-BPT	40	29,5	1180
ÁREA DE PRODUCCIÓN-DEPT. MÉDICO	3	28,25	84,75
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5	43	215
ADMINISTRACIÓN-COMEDOR	16	15,31	244,96
ADMINISTRACIÓN-PARQUEOS	5	11,75	58,75
ADMINISTRACIÓN-BPT	8	27,25	218
ADMINISTRACIÓN-DEPT. MÉDICO	2	16,5	33
ADMINISTRACIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	3	14,75	44,25
COMEDOR-PARQUEOS	0	25,56	0
COMEDOR-BPT	7	28,56	199,92
COMEDOR-DEPT. MÉDICO	1	8,81	8,81
COMEDOR-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	30,06	0
PARQUEOS-BPT	1	39	39
PARQUEOS-DEPT. MÉDICO	1	16,75	16,75
PARQUEOS-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5	25,5	127,5
BPT-DEPT. MÉDICO	1	43,75	43,75
BPT-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	8	13,5	108
DEPT. MÉDICO - ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	30,25	0
DISTANCIA RECORRIDA			11.195,19

La opción 1, según el análisis la carga diaria tendría un recorrido total de 11.195,19 m.

La segunda propuesta considera la siguiente distribución. Ver figura 4.24 y figura 4.25.

OPCIÓN #2

PRODUCCIÓN	BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	ADMINISTRACIÓN	PARQUEO
BODEGA DE MATERIA PRIMA	ÁREA DE DESPACHO Y RECEPCIÓN	DEPTO. MÉDICO	COMEDOR

FIGURA 4.24: DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL OPCIÓN 2

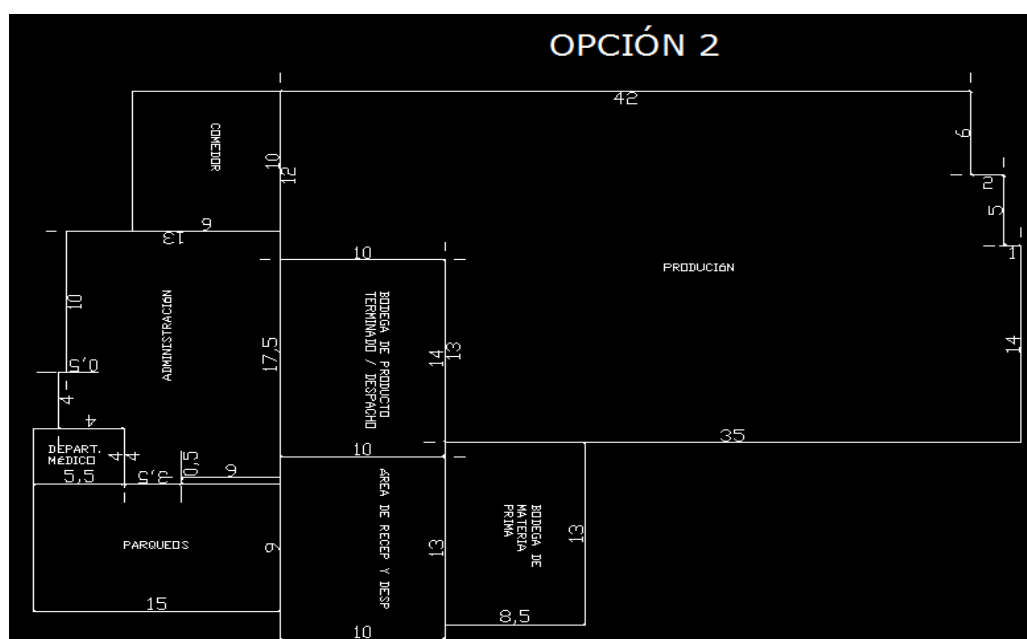


FIGURA 4.25: PLANO GENERAL OPCIÓN 2

La segunda propuesta sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Producción – Bodega de materia Prima
- Producción – Bodega de Producto Terminado

- Área de Recepción – Bodega de Materia Prima
- Área de Recepción – Bodega de Producto Terminado
- Administración en Dpto. Médico

Para obtener la distancia recorrida de la opción 2, se debe considerar el número de movimientos descritos entre las áreas en la carta From – To y la distancia real que recorrerían basado en el plano general opción 2, como se muestra en la tabla 51.

TABLA 51
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN GENERAL 2

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 2			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
BMP-ÁREA DE PRODUCCIÓN	65	32,75	2128,75
BMP-ADMINISTRACIÓN	10	33,25	332,5
BMP-COMEDOR	4	45,25	181
BMP-PARQUEOS	2	22,76	45,52
BMP-BPT	0	21,75	0
BMP-DEPT. MÉDICO	1	32	32
BMP-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	20	10,25	205
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ADMINISTRACIÓN	34	41	1394
ÁREA DE PRODUCCIÓN-COMEDOR	179	39	6981
ÁREA DE PRODUCCIÓN-PARQUEOS	6	55,51	333,06
ÁREA DE PRODUCCIÓN-BPT	40	29,5	1180
ÁREA DE PRODUCCIÓN-DEPT. MÉDICO	3	53,75	161,25
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5	43	215
ADMINISTRACIÓN-COMEDOR	16	16	256
ADMINISTRACIÓN-PARQUEOS	5	14,51	72,55
ADMINISTRACIÓN-BPT	8	11,5	92
ADMINISTRACIÓN-DEPT. MÉDICO	2	12,75	25,5
ADMINISTRACIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	3	25	75
COMEDOR-PARQUEOS	0	30,51	0
COMEDOR-BPT	7	23,5	164,5
COMEDOR-DEPT. MÉDICO	1	28,75	28,75
COMEDOR-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	37	0
PARQUEOS-BPT	1	26,01	26,01
PARQUEOS-DEPT. MÉDICO	1	11,24	11,24
PARQUEOS-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5	13,51	67,55
BPT-DEPT. MÉDICO	1	24,25	24,25
BPT-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	8	13,5	108
DEPT. MÉDICO - ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	23,75	0
DISTANCIA RECORRIDA			14.140,43

La tercera propuesta sugiere que las áreas que deben estar cerca son las siguientes:

- Producción – Bodega de materia Prima
- Producción – Comedor
- Administración - Parqueos
- Producción – Bodega de Producto Terminado
- Área de Recepción – Bodega de Materia Prima
- Área de Recepción – Bodega de Producto Terminado
- Administración en Dpto. Médico

Para obtener la distancia recorrida de la opción 3, se debe considerar el número de movimientos descritos entre las áreas en la carta From – To y la distancia real que recorrerían basado en el plano general opción 3.

Los resultados que se obtuvieron de la opción 3, mediante el análisis, determinó que la distancia recorrida por la propuesta 3, es de 14.442,75 m., como se muestra en la tabla 52.

TABLA 52
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN GENERAL 3

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SPL # 3			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
BMP-ÁREA DE PRODUCCIÓN	65	38,25	2486,25
BMP-ADMINISTRACIÓN	10	23	230
BMP-COMEDOR	4	27,25	109
BMP-PARQUEOS	2	9,75	19,5
BMP-BPT	0	9,75	0
BMP-DEPT. MÉDICO	1	10	10
BMP-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	20	20,25	405
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ADMINISTRACIÓN	34	29,75	1011,5
ÁREA DE PRODUCCIÓN-COMEDOR	179	37	6623
ÁREA DE PRODUCCIÓN-PARQUEOS	6	48	288
ÁREA DE PRODUCCIÓN-BPT	40	29,5	1180
ÁREA DE PRODUCCIÓN-DEPT. MÉDICO	3	31,25	93,75
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5	43	215
ADMINISTRACIÓN-COMEDOR	16	50,25	804
ADMINISTRACIÓN-PARQUEOS	5	18,25	91,25
ADMINISTRACIÓN-BPT	8	32,25	258
ADMINISTRACIÓN-DEPT. MÉDICO	2	13	26
ADMINISTRACIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	3	43,25	129,75
COMEDOR-PARQUEOS	0	35	0
COMEDOR-BPT	7	17,5	122,5
COMEDOR-DEPT. MÉDICO	1	37,25	37,25
COMEDOR-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	15	0
PARQUEOS-BPT	1	18,5	18,5
PARQUEOS-DEPT. MÉDICO	1	16,75	16,75
PARQUEOS-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5	28	140
BPT-DEPT. MÉDICO	1	19,75	19,75
BPT-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	8	13,5	108
DEPT. MÉDICO - ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	30,25	0
DISTANCIA RECORRIDA			14.442,75

Basado en los resultados obtenidos en el análisis de las tres opciones, la distancia mínima recorrida para el área general que comprende al área de producción, área administrativa, bodegas, parqueo Dpto. Médico, comedor y área de recepción y despacho, es la opción 1, la cual tiene un recorrido de 11.195,19 m.

4.2.2 QAP (Quadratic Assignment Problem)

El QAP, es una herramienta que permite analizar la distribución de la planta con ayuda del solver, esta herramienta asigna la ubicación de las áreas basado en la carta From-To y la matriz de distancia general.

Las cartas From –To utilizadas, son las mismas que se utilizaron en el SPL, ya que son las cartas mejoradas y consideran los movimientos adicionales basados en el nuevo número de personas que tendrá la planta, obtenido del balanceo de línea.

Además dichas cartas mencionan las nuevas áreas que se incluirán tanto para el área de administración como para el área de producción.

Los departamentos que formarán el área de administración son los siguientes:

- Gerencia General
- Contabilidad

- Diseño
- Baños Administrativos
- Sala de Reuniones
- Recepción

Los requerimientos de espacios para determinar las dimensiones de las áreas son los mismos mostrados en el SPL.

Para el análisis del área de administración, primeramente se creó la matriz de distancia general, que consiste en distribuir las áreas que formarán el área administrativa en bloques simétricos; estos bloques son considerados como espacios disponibles ya que el QAP determinará qué área ocupará cada bloque, a los cuales se les asigna distancias arbitrarias.

Para el estudio, las medidas que se le asignaron a cada bloque fueron de 5 m².

Luego se obtuvo la distancia de bloque a bloque, de centro a centro, con dichas distancias se formó la matriz de distancias generales, como se muestra a continuación. Ver tabla 53.

TABLA 53

MATRIZ DE DISTANCIAS ADMINISTRACIÓN QAP

1	2	3
4	5	6

MATRIZ DE DISTANCIAS ADMINISTRACIÓN						
	1	2	3	4	5	6
1	xx	5	10	5	10	15
2	5	xx	5	10	5	10
3	10	5	xx	15	10	5
4	5	10	15	xx	5	10
5	10	5	10	5	xx	5
6	15	10	5	10	5	xx

Una vez realizada la matriz de distancias, se realizó la matriz de resultado la cual contiene todas las posibles combinaciones entre las áreas, cada celda tendrá una formulación matemática, que tiene como finalidad obtener la mínima distancia recorrida.

Luego de esto, se utilizó la herramienta SOLVER, la cual asignará en que espacio disponible deberá ir cada área como se muestra en la matriz de asignación. Ver tabla 54.

TABLA 54

MATRIZ DE ASIGNACIÓN ADMINISTRACIÓN QAP

MATRIZ DE ASIGNACIÓN						
	1	2	3	4	5	6
DISEÑO	0	1	0	0	0	0
CONTABILIDAD	0	0	0	1	0	0
GERENCIA GENERAL	0	0	0	0	1	0
SALA DE REUNIONES	0	0	1	0	0	0
RECEPCIÓN	1	0	0	0	0	0
BAÑOS ADMINISTRACIÓN	0	0	0	0	0	1

Finalmente se pobla la matriz de resultados asegurando la mínima distancia recorrida para las dimensiones estándares que se asigno a los espacios disponibles. Ver tabla 55.

TABLA 55

MATRIZ DE RESULTADOS ADMINISTRACIÓN QAP

MATRIZ DE RESULTADOS						
	1	2	3	4	5	6
A-B	0	10	0	0	0	0
A-C	0	40	0	0	0	0
A-D	0	15	0	0	0	0
A-E	0	15	0	0	0	0
A-F	0	95	0	0	0	0
B-C	0	0	0	30	0	0
B-D	0	0	0	30	0	0
B-E	0	0	0	20	0	0
B-F	0	0	0	50	0	0
C-D	0	0	0	0	20	0
C-E	0	0	0	0	40	0
C-F	0	0	0	0	20	0
D-E	0	0	20	0	0	0
D-F	0	0	0	0	0	0
E-F	90	0	0	0	0	0
						495

Mediante el análisis basado en la herramienta QAP utilizada para el área de administración, se obtuvo que la cercanía de la ubicación de las áreas; para asegurar la distancia mínima recorrida sea la siguiente. Ver figura 4.28.

RECEPCIÓN	DISEÑO	SALA DE REUNIONES
CONTABILIDAD	GERENCIA GENERAL	BAÑOS ADMINISTRACIÓN

FIGURA 4.28: DIAGRAMA DE BLOQUES ADMINISTRACIÓN QAP

Los bloques inicialmente fueron ubicados de acuerdo a la cercanía y relación obtenida, para luego ser ajustados a las medidas reales de cada área con la finalidad de determinar distancia recorrida, como se muestra a continuación. Ver figura 4.29.

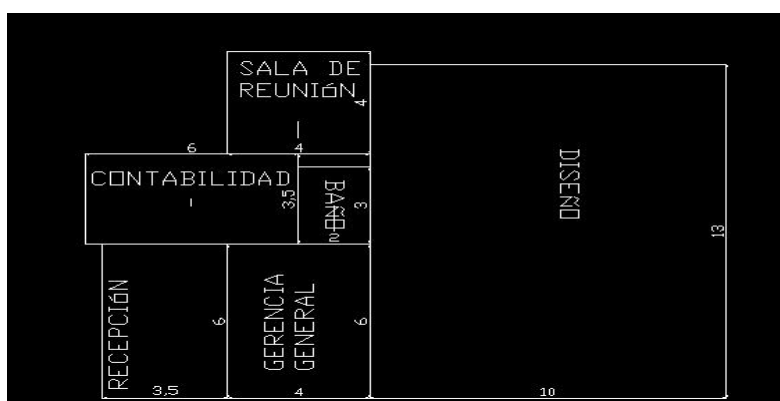


FIGURA 4.29: PLANO ADMINISTRACIÓN QAP

Para determinar la distancia recorrida con la opción que se obtuvo del análisis mediante el QAP para el área de administración, se considera los movimientos establecidos entre las áreas en la Carta From–To, y la distancia real recorrida entre dichas áreas, obteniendo como resultado la tabla 56.

TABLA 56
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ADMINISTRACIÓN QAP

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN #1 QAP			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
DISEÑO-CONTABILIDAD	2	11,25	22,5
DISEÑO-GERENCIA GENERAL	8	10,5	84
DISEÑO-SALA DE REUNIONES	3	12	36
DISEÑO-RECEPCIÓN	3	14,25	42,75
DISEÑO-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	19	7	133
CONTABILIDAD-GERENCIA GENERAL	6	7,75	46,5
CONTABILIDAD-SALA DE REUNIONES	2	6,75	13,5
CONTABILIDAD-RECEPCIÓN	4	4,75	19
CONTABILIDAD-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	5	4,25	21,25
SALA DE REUNIONES-RECEPCIÓN	2	12,25	24,5
SALA DE REUNIONES-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	0	5	0
RECEPCIÓN-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	6	9,25	55,5
GERENCIA GENERAL-SALA DE REUNIONES	2	8,5	17
GERENCIA GENERAL-RECEPCIÓN	4	3,75	15
GERENCIA GENERAL-BAÑOS ADMINISTRACIÓN	4	5,5	22
DISTANCIA RECORRIDA			552,50

La distancia mínima recorrida obtenida mediante el análisis del QAP para el área administrativa es de 552,20m.

Finalmente como ya se obtuvo la mejor opción de distribución mediante el análisis del SPL para el área de administración y la

opción de la distribución basada en el análisis mediante el QAP; se procede a comparar ambos resultados, con la finalidad de escoger la mejor opción basada en la menor distancia recorrida.

La distancia mínima recorrida que se obtuvo mediante el SPL para el área de administración es de 617,3m y la distancia obtenida mediante el QAP es de 552,50, por lo tanto en base a la distancia mínima recorrida, el diseño del área de administración será distribuido con la opción obtenida por el QAP.

Para el análisis del área de producción las cartas From –To utilizadas, son las mismas que se utilizaron en el SPL, ya que son las cartas mejoradas.

Los departamentos que formarán el área de producción son los siguientes:

- Corte
- Bodega Temporal
- Confección
- Bodega de Accesorios

- Serigrafía
- Oficina de Planta
- Área de Mantenimiento
- Baños de Producción

Para el análisis del área de producción se realiza el mismo procedimiento que se realizó para las áreas administrativas, con la diferencia de que los espacios disponibles serán más, debido a que producción se encuentra constituido por un número mayor de áreas. Al armar los bloques simétricos, con los que se define los espacios disponibles para las posibles ubicaciones de las áreas, se obtuvo la siguiente matriz de distancias generales. Ver tabla 57.

TABLA 57

MATRIZ DE DISTANCIA PRODUCCIÓN QAP

1	2	3	4
5	6	7	8

MATRIZ DE DISTANCIAS PRODUCCIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	xx	5	10	15	5	10	15	20
2	5	xx	5	10	10	5	10	15
3	10	5	xx	5	15	10	5	10
4	15	10	5	xx	20	15	10	5
5	5	10	15	20	xx	5	10	15
6	10	5	10	15	5	xx	5	10
7	15	10	5	10	10	5	xx	5
8	20	15	10	5	15	10	5	xx

Finalmente se ejecutó el SOLVER, el cual asignó los departamentos a cada espacio disponible, como se muestra en la matriz de asignación. Ver tabla 59.

TABLA 59
MATRIZ DE ASIGNACIÓN PRODUCCIÓN QAP

MATRIZ DE ASIGNACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8
CORTE	0	0	1	0	0	0	0	0
CONFECCIÓN	0	0	0	0	0	0	1	0
ÁREA DE SERIGRAFÍA	1	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA TEMPORAL	0	0	0	1	0	0	0	0
BODEGA DE ACCESORIOS	0	0	0	0	1	0	0	0
BAÑOS PRODUCCIÓN	0	0	0	0	0	1	0	0
OFICINA PLANTA	0	0	0	0	0	0	0	1
ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	1	0	0	0	0	0	0

La matriz muestra la posición óptima en las que se deberían distribuir los departamentos para obtener la distancia mínima recorrida. Los bloques inicialmente fueron ubicados de acuerdo a la cercanía y relación obtenida, para luego ser ajustados a las medidas reales de cada área con la finalidad de determinar la carga para cada opción y obtener la opción que recorra menor distancia, como se muestra a continuación. Ver figura 4.30 y figura 4.31.

ÁREA DE SERIGRAFÍA	ÁREA DE MANTENIMIENTO	CORTE	BODEGA TEMPORAL
BODEGA DE ACCESORIOS	BAÑOS PRODUCCIÓN	CONFECCIÓN	OFICINA PLANTA

FIGURA 4:30 DIAGRAMA DE BLOQUES PRODUCCIÓN QAP

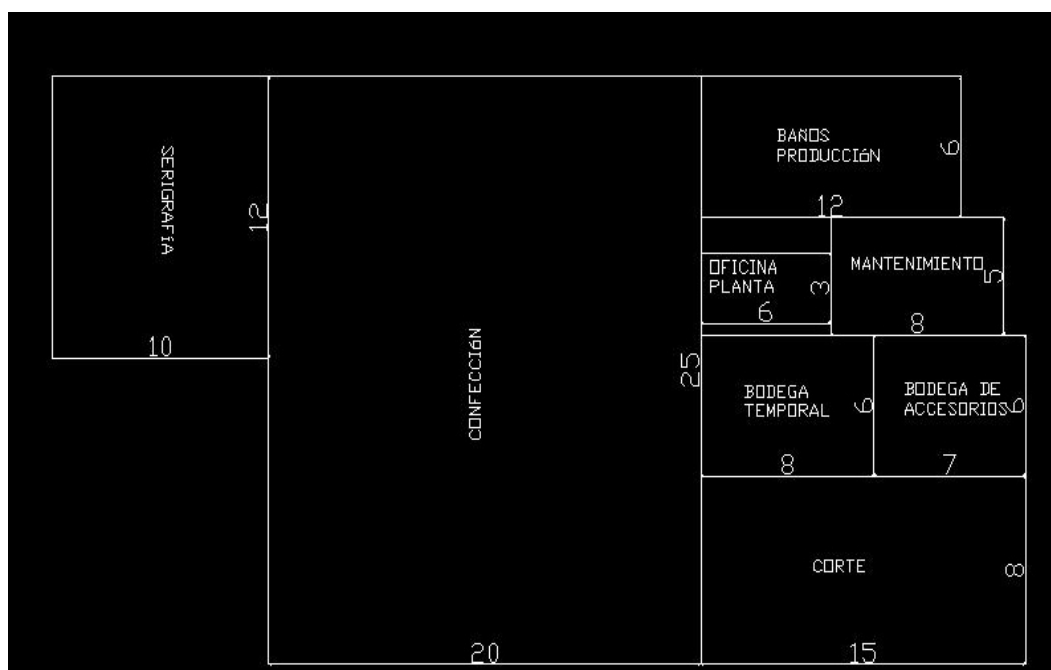


FIGURA 4.31: PLANO PRODUCCIÓN QAP

Para obtener la distancia recorrida se debe tomar en cuenta los movimientos realizados en la carta From-To entre las áreas de producción y las distancias reales de dichas áreas, como se muestra en la tabla 60.

TABLA 60
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN PRODUCCIÓN QAP

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN QAP			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
CORTE - CONFECCIÓN	3	26	78
CORTE - A. SERIGRAFÍA	0	47,5	0
CORTE - BOD TEMPORAL	72	10,5	756
CORTE - BOD DE ACCESORIOS	0	11	0
CORTE - BAÑOS	20	22,5	450
CORTE - OF. PLANTA	4	16,5	66
CORTE - ÁREA DE MANTENIMIENTO	4	15	60
CONFECCIÓN - A. SERIGRAFÍA	11	21,5	236,5
CONFECCIÓN - BOD TEMPORAL	73	15,5	1131,5
CONFECCIÓN - BOD DE ACCESORIOS	5	23	115
CONFECCIÓN - BAÑOS	350	25,5	8925
CONFECCIÓN - OF. PLANTA	13	16,5	214,5
CONFECCIÓN - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7	24	168
A. SERIGRAFÍA - BOD TEMPORAL	0	37	0
A. SERIGRAFÍA - BOD DE ACCESORIOS	4	44,5	178
A. SERIGRAFÍA - BAÑOS	6	34	204
A. SERIGRAFÍA - OF. PLANTA	3	31	93
A. SERIGRAFÍA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	3	37,5	112,5
BOD TEMPORAL - BOD DE ACCESORIOS	0	7,5	0
BOD TEMPORAL - BAÑOS	15	13	195
BOD TEMPORAL - OF. PLANTA	2	10	20
BOD TEMPORAL - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	11,5	0
BOD DE ACCESORIOS - BAÑOS	4	16,5	66
BOD DE ACCESORIOS - OF. PLANTA	3	13,5	40,5
BOD DE ACCESORIOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	0	7	0
BAÑOS - OF. PLANTA	8	9	72
BAÑOS - ÁREA DE MANTENIMIENTO	7	9,5	66,5
OF. PLANTA - ÁREA DE MANTENIMIENTO	5	7,5	37,5
DISTANCIA RECORRIDA			13.285,50

El análisis mediante la herramienta QAP, para el área de producción, muestra que la distancia mínima recorrida es de 13.285,50 m.

Para obtener la mejor distribución del área de producción se comparó la menor distancia recorrida obtenida del SPL y del QAP.

La distancia recorrida obtenida mediante el SPL es de 13.605,50 m. y la distancia recorrida obtenida mediante el QAP es 13.285,50 m.; lo que indica que en base a la distancia mínima, la opción óptima para la distribución del área de producción en la nueva planta es el resultado obtenido mediante Análisis del QAP.

Finalmente se realizó el análisis del QAP, para el área general, se estableció la matriz de distancia general, que consiste en distribuir las áreas que formarán el área general en bloques simétricos; estos bloques son considerados como espacios disponibles ya que el QAP determinará qué área ocupara cada bloque, a los cuales se le asigna distancias arbitrarias. Las medidas que se le asignó a cada bloque fueron de 5 m².

Se calculó la distancia entre bloques, con dichas distancias se formó la matriz de distancias generales, como se muestra a continuación. Ver tabla 61.

TABLA 61

MATRIZ DE DISTANCIAS GENERAL QAP

MATRIZ DE DISTANCIAS GENERAL								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	xx	5	10	15	5	10	15	20
2	5	xx	5	10	10	5	10	15
3	10	5	xx	5	15	10	5	10
4	15	10	5	xx	20	15	10	5
5	5	10	15	20	xx	5	10	15
6	10	5	10	15	5	xx	5	10
7	15	10	5	10	10	5	xx	5
8	20	15	10	5	15	10	5	xx

Se corrió el SOLVER, el cual asignará el espacio disponible en el cual deberá ir cada departamento como se muestra en la matriz de asignación. Ver tabla 62.

TABLA 62

MATRIZ DE ASIGNACIÓN GENERAL QAP

MATRIZ DE ASIGNACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8
BODEGA DE MATERIA PRIMA	0	0	0	0	0	0	1	0
AREA DE PRODUCCIÓN	0	0	1	0	0	0	0	0
ADMINISTRACIÓN	0	1	0	0	0	0	0	0
COMEDOR	0	0	0	1	0	0	0	0
PARQUEOS	0	0	0	0	1	0	0	0
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	1	0	0	0	0	0	0	0
DEPT. MEDICO	0	0	0	0	0	0	0	1
ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	0	0	0	0	1	0	0

La matriz muestra la posición óptima en las que se deberían distribuir los departamentos para obtener la distancia mínima recorrida.

Para obtener la distancia recorrida se debe considerar el número de movimientos realizados en la carta From-To entre las áreas de producción, administración, comedor, parqueos, área de recepción/despacho, bodega de materia prima, bodega de producto terminado y Dpto. médico y las distancias reales de dichas áreas, como se muestra en la tabla 63.

TABLA 63
OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN GENERAL QAP

OPCIÓN DE DISTRIBUCIÓN QAP			
ÁREAS	# MOVIMIENTOS	DISTANCIA	CARGA UNITARIA(DIARIA)
BMP-ÁREA DE PRODUCCIÓN	65	32,75	2128,75
BMP-ADMINISTRACIÓN	10	22	220
BMP-COMEDOR	4	10,25	41
BMP-PARQUEOS	2	31,75	63,5
BMP-BPT	0	21,75	0
BMP-DEPT. MÉDICO	1	15,5	15,5
BMP-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	20	10,25	205
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ADMINISTRACIÓN	34	28,25	960,5
ÁREA DE PRODUCCIÓN-COMEDOR	179	22,5	4027,5
ÁREA DE PRODUCCIÓN-PARQUEOS	6	38	228
ÁREA DE PRODUCCIÓN-BPT	40	29,5	1180
ÁREA DE PRODUCCIÓN-DEPT. MÉDICO	3	28,25	84,75
ÁREA DE PRODUCCIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN	5	43	215
ADMINISTRACIÓN-COMEDOR	16	14,75	236
ADMINISTRACIÓN-PARQUEOS	5	12,25	61,25
ADMINISTRACIÓN-BPT	8	43,75	350
ADMINISTRACIÓN-DEPT. MÉDICO	2	13	26
ADMINISTRACIÓN-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	3	30,25	90,75
COMEDOR-PARQUEOS	0	24,5	0
COMEDOR-BPT	7	29	203
COMEDOR-DEPT. MÉDICO	1	8,25	8,25
COMEDOR-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	20,5	0
PARQUEOS-BPT	1	53,5	53,5
PARQUEOS-DEPT. MÉDICO	1	25,25	25,25
PARQUEOS-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	5	40	200
BPT-DEPT. MÉDICO	1	37,25	37,25
BPT-ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	8	13,5	108
DEPT. MÉDICO - ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO	0	23,75	0
DISTANCIA RECORRIDA			10.768,75

La opción obtenida para el área general muestra que la distancia mínima recorrida es de 10.768,75 m.

Para obtener la mejor distribución del área general se comparó la distancia recorrida obtenida del SPL y del QAP. La distancia recorrida obtenida mediante el SPL es de 11.195,19 m. y la distancia recorrida obtenida mediante el QAP es 10.768,75 m; por lo cual la opción óptima para la distribución del área genera es el resultado obtenido mediante el QAP, ya que representa la distancia mínima recorrida. Con los resultados obtenidos entre el SPL y el QAP, la distribución final de las áreas para la compañía es la siguiente. Ver figura 4.34.

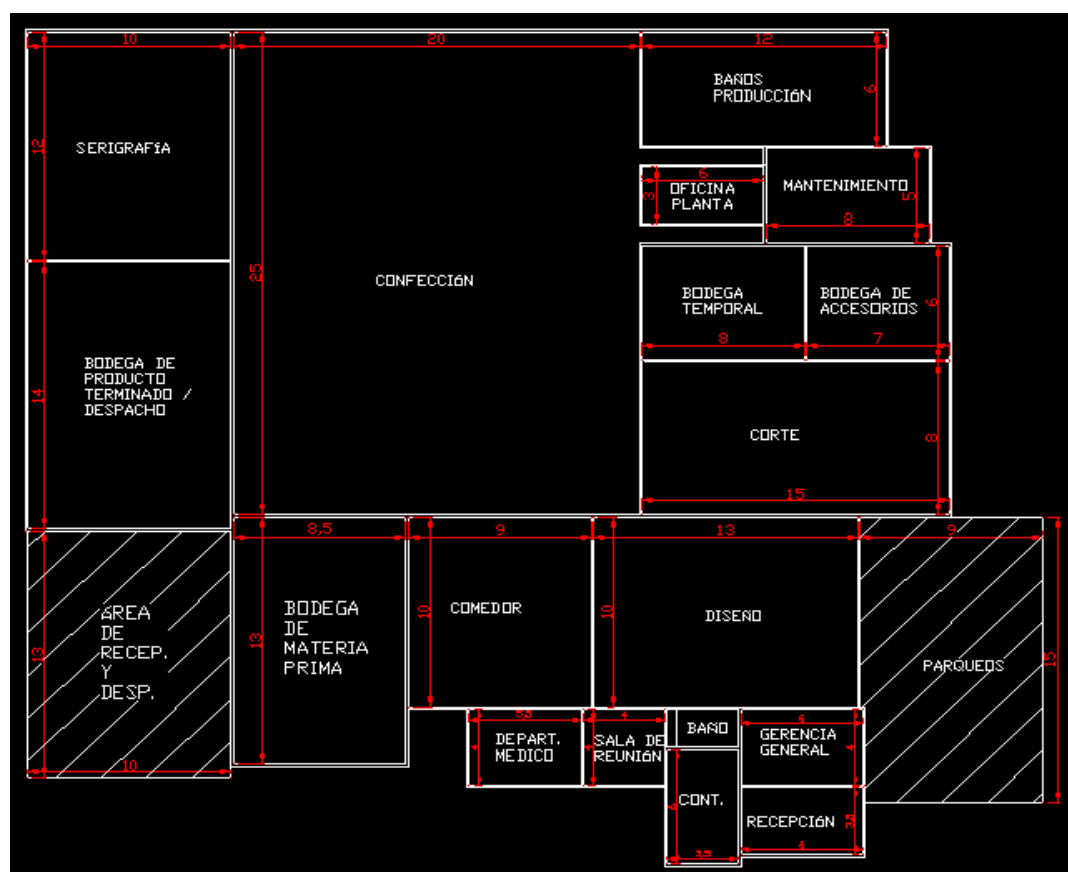


FIGURA 4.34: PLANO DISTRIBUCIÓN FINAL DE LA EMPRESA

4.3 Mejoras Proyectadas

Basado en los resultados obtenidos del estudio se obtuvo lo siguiente:

- Con el nuevo diseño de la planta se logrará aumentar la capacidad mensual a 45.815 prendas cumpliendo el requerimiento inicial de la Gerencia General de duplicar la capacidad actual instalada.
- La capacidad mensual proyectada de la nueva planta está estipulada para ser cumplida en un turno de 8 horas lo que eliminaría el 22,79% de horas extras promedios en los que la empresa incurre actualmente.
- Se estableció la política de almacenamiento de materia prima y producto terminado con la que se logrará eliminar el 8% de desperdicio de rollos de tela debido al mal almacenamiento.
- Con la nueva ubicación de las bodegas en la planta baja se eliminará las condiciones inseguras a las que se encontraba expuesto el trabajador al momento de trasladar la materia prima de la bodega de materia prima al área de corte ya que en la

planta actual el operario de bodega realizaba el traslado de los rollos de manera manual y subiéndolos por la escalera al segundo piso.

- Con el nuevo diseño se establecerán áreas para almacenaje de las gavetas que se utilizan en el área de corte, confección y bodega temporal, logrando así eliminar el bloqueo de los pasillos debido a producto colocado en los mismos actualmente.
- El nuevo diseño de planta ubicará las áreas de acuerdo al grado de relación entre las áreas que conforman la planta disminuyendo el número de movimientos y distancia recorrida entre las áreas.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Finalizados los capítulos de la presente tesis se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Con la nueva planta se obtendrá una capacidad de 45.815 prendas mensuales incrementando en un 100% la capacidad actual implantada cumpliendo así la hipótesis inicial planteada en el capítulo 1.
2. El nuevo diseño de planta permitirá cumplir la demanda mensual proyectada en un turno de 8 horas eliminando en su totalidad el 22% de sobretiempo en el que se incurre actualmente.

3. Con el nuevo diseño de la bodega y a través de la política de almacenamiento que se estableció, se logrará eliminar el 8% de desperdicio de materia prima producto del inadecuado almacenamiento generado por las limitaciones de espacio y falta de normativas para el almacenamiento del producto.
4. Luego de obtener los resultados de la carta From-To de la situación actual, se demostró que existe un número mayor de movimientos entre las áreas que actualmente se encuentran distribuidas en dos pisos, debido a que producto de la mala distribución se realizan movimientos incensarios ya que si la distribución fuese de un piso los movimientos originados por las escaleras disminuirían la distancia recorrida entre áreas.
5. Mediante la observación del proceso actual se identificó que existen bloqueos de las áreas de tránsito, producto de la acumulación de materia prima, producto en proceso y terminado por la falta de áreas específicas para el almacenamiento temporal del mismo, razón por la cual el nuevo diseño incluye éstas áreas.

5.2 RECOMENDACIONES

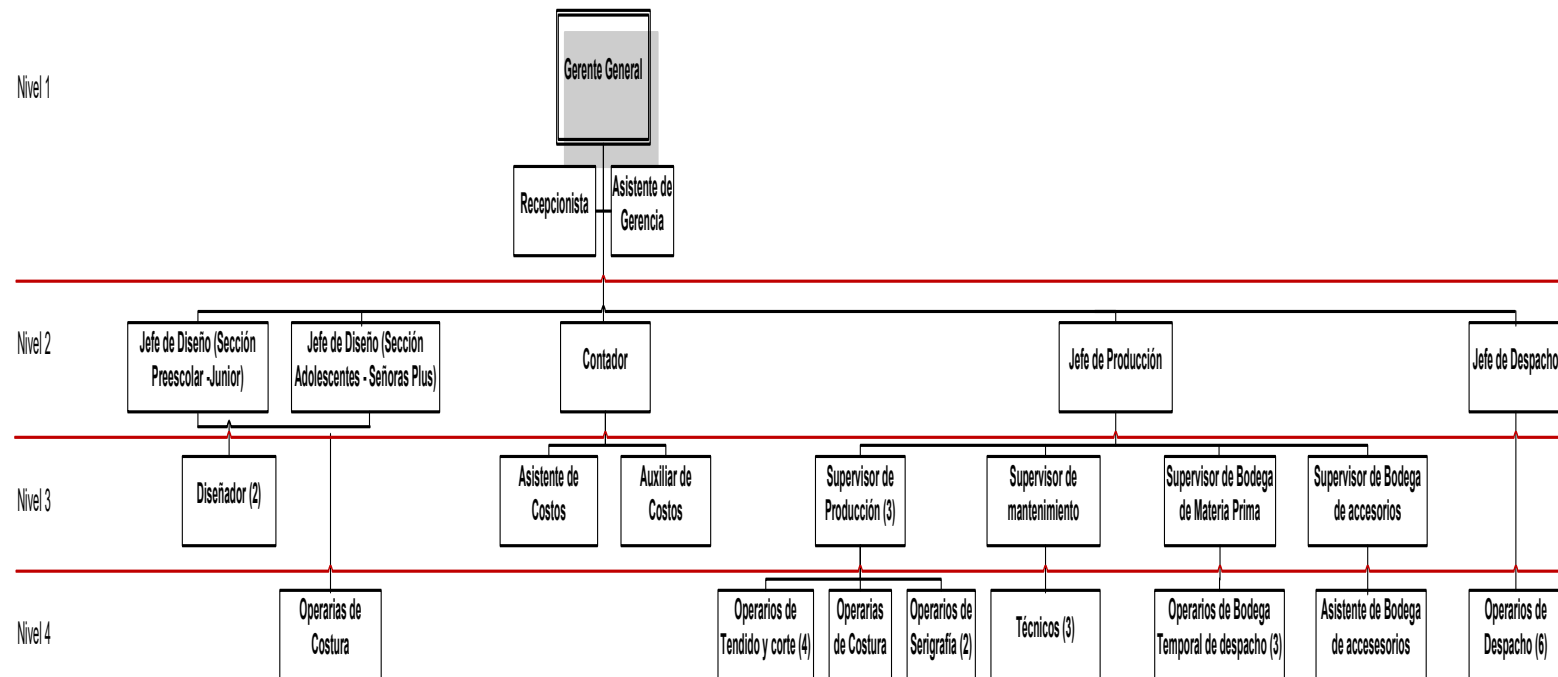
Del análisis final del trabajo realizado para la implementación de la nueva planta se recomienda lo siguiente:

1. Se sugiere que esta tesis sea utilizada por futuros estudiantes para realizar un proyecto de simulación que verifique si el diseño obtenido fue el adecuado.
2. Debido al alto porcentaje de trabajo manual que se realiza en esta compañía, se recomienda que la presente tesis sea utilizada para la realización de un análisis ergonómico.
3. Se recomienda a la compañía que utilice esta tesis como base para la elaboración de los planos de construcción de la nueva planta.
4. Para la construcción de las instalaciones se recomienda a la Gerencia, que se contacte a los auditores de la tesis, para comunicar a los constructores los por menores del diseño realizado.

APÉNDICES

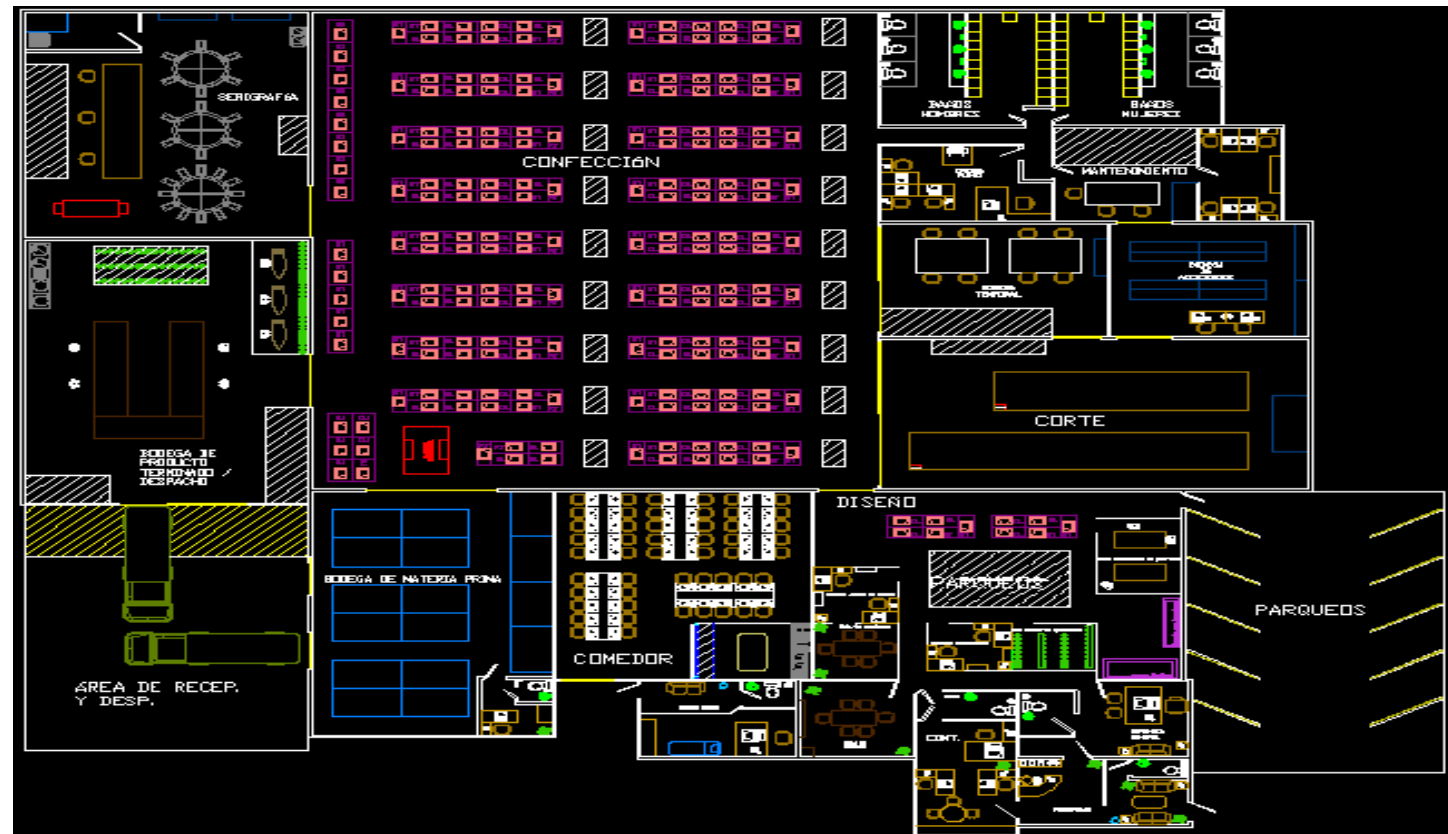
APÉNDICE A

DIAGRAMA DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ACTUAL DE LA COMPAÑÍA



APÉNDICE B

PLANO FINAL II



BIBLIOGRAFIA

1. Muther Richard, Distribución en Planta (Segunda Edición), Hispano Europea, Barcelona – España 1982. Capitulo 2
2. Muñoz Cabanillas Martin, Diseño de Distribución en Planta de una empresa Textil, Tesis: Digital UNMSN, Lima 2004.
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/monografias/Ingenie/munoz_cm/munoz_cm.htm
3. Echeverry John Mario, Chica Alejandro, Díaz Jaime esteban, “Cuarto Seminario Regional de Diseño de Plantas Industriales, autor, http://www.unalmed.edu.co/~fmdirind//SEMI4/Semi_4.htm#11”
4. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmnf/cervantes_s_r/capitulo4.pdf

5. Romo Avenilde y Oktac Asuman, "Herramienta metodológica para el análisis de los conceptos matemáticos en el ejercicio de la ingeniería, Relime Volumen 10, número 1, marzo 2009," http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2262417
6. Phillips Edward, Manufacturing Plant Layout, Society of Manufacturing Engineers, EEUU 2007.