

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA
MANUFACTURERA *GROWTH JEAN'S***

**OSCAR ALEJANDRO GUIO TOBO
ANDRÉS MAURICIO SANABRIA GUINEA
JOHAN ESTEFAN VEGA LEÓN**



**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.**

2018

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA
MANUFACTURERA GROWTH JEAN'S**

ANDRES MAURICIO SANABRIA GUINEA

JOHAN ESTEFAN VEGA LEON

OSCAR ALEJANDRO GUIO TOBO

**Trabajo presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Industrial**

Director

Ing. Luis Fernando Ospina Granada

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

2018

Agradecimientos

A Dios por darnos la oportunidad de tener una formación y aprender habilidades para convertirnos en Ingenieros Industriales.

A la universidad El Bosque por abrirnos sus puertas durante estos cinco años y brindarnos las herramientas necesarias para formarnos como Ingenieros Industriales.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo y los recursos financieros para poder formarnos como Ingenieros, a nuestros maestros por acompañarnos en este largo camino y enseñarnos como solucionar problemas de Ingeniería, en especial a nuestro director de trabajo de grado el Ing. Luis Fernando Ospina Granada, quien con su experiencia y conocimientos nos guio y nos aconsejó para finalizar con éxito esta gran etapa de formación profesional.

Al señor Juan David Aguirre Muñoz y sus trabajadores por permitirnos realizar el presente trabajo en su empresa *Growth jean's*.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
1. CONTEXTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1 Identificación.....	5
1.2 Descripción.....	5
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general.....	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 Pregunta de investigación.....	12
1.5 Justificación.....	12
1.6 Alcance.....	13
1.6.1 Conceptual	13
1.6.2 Geográfico.....	13
1.6.3 Cronológico.....	13
2 Marco Referencial.....	14
2.1 Antecedentes	14
2.2 Marco institucional.....	16

2.2.1	Razón Social	16
2.2.2	Valores empresariales	16
2.2.3	Estructura organizacional.....	17
2.2.4	Principales competidores	17
2.3	Marco teórico	17
2.3.1	Distribución de planta.....	17
2.3.2	Tipos de Distribución en planta	18
2.3.3	Factores que afectan la distribución en planta	19
2.3.4	Planeación sistemática de Muther.....	23
2.3.5	Programas de cómputo para distribuciones en planta.....	24
2.3.6	Estudio de tiempos.....	25
2.3.7	Requerimiento de espacio.....	31
2.3.8	Capacidad de producción.....	32
2.3.9	Productividad	34
2.4	Marco conceptual	34
2.4.1	Diagrama de recorrido	34
2.4.2	Diagrama de operaciones.....	35
2.4.3	Diagrama de flujo del proceso	35
3	Metodología	37
3.1	Tipo de investigación	37

3.2	Línea de investigación.....	38
3.3	Método de la investigación	38
3.4	Fuentes de información	38
3.5	Procedimiento.....	39
3.6	Matriz metodológica	40
4	Diagnóstico de la situación actual.....	42
4.1	Descripción de la empresa.....	42
4.1.1	Descripción de productos.....	43
4.2	Descripción del proceso de producción	45
4.2.1	Diagrama de flujo	47
4.2.2	Estudio de tiempos.....	52
4.3	Distribución de planta	58
4.3.1	Diagrama de recorrido	61
4.4	Análisis de los factores de Muther	66
4.4.1	Maquinaria	66
4.4.2	Mano de obra	69
4.4.3	Materiales.....	70
4.4.4	Edificio.....	73
4.4.5	Movimiento.....	75
4.4.6	Esperas	77

4.4.7	Servicio	77
4.4.8	Cambio	77
4.5	Capacidad de la producción	79
4.5.1	Capacidad Real.	80
4.5.2	Capacidad efectiva	81
4.5.3	Capacidad real o utilizada	82
4.5.4	Eficiencia de la línea	82
4.6	Cálculo de la productividad actual	82
5	Análisis de hallazgos	84
5.1.1	Hallazgos del proceso de producción	84
5.1.2	Análisis de la distribución de planta actual	84
5.1.3	Hallazgos del estudio de tiempos	87
6	Propuesta de solución	89
6.1.1	Descripción de la propuesta	89
6.2	Desarrollo de la metodología SLP	89
6.2.1	Diagrame las relaciones	90
6.2.2	Establezca las necesidades de espacio	95
6.2.3	Diseño de alternativas	95
6.2.4	Evaluación de alternativas	103
6.2.5	Selección de la distribución a implementar	105

6.3	Diseño de la propuesta de redistribución	105
6.3.1	Diagramas de flujo propuestos.....	107
6.3.2	Diagramas de recorridos propuestos.....	111
6.3.3	Tiempos propuestos	119
6.4	Simulación propuesta de la empresa	123
6.5	Análisis de los factores de Muther de la propuesta	128
6.5.1	Materiales.....	129
6.5.2	Maquinaria	130
6.5.3	Mano de obra	131
6.5.4	Edificio.....	131
6.5.5	Movimiento.....	131
6.5.6	Esperas	136
6.5.7	Servicio	136
6.5.8	Cambio.....	136
6.6	Productividad propuesta de la empresa.....	136
7	Análisis beneficio costo de la propuesta.....	140
7.1	Beneficios de la propuesta.....	140
7.2	Cronograma de implementación de la propuesta	141
7.3	Costos de implementación de la propuesta	143
7.4	Análisis costo - beneficio	147

7.4.1	Flujo de inversión de la propuesta	147
7.4.2	Relación beneficio/costo (B/C).....	148
8	Conclusiones.....	150
9	Recomendaciones	152
10	Referencias.....	153
11	Anexos	155

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Matriz DOFA	9
Tabla 2. Cruce matriz DOFA	10
Tabla 3. Número de ciclos de estudio	27
Tabla 4. Factores de evaluación de desempeño	27
Tabla 5. Calificación del operario	28
Tabla 6. Holguras de las operaciones.	30
Tabla 7. Simbología diagrama de flujo del proceso	36
Tabla 8. Matriz metodológica	40
Tabla 9. Datos generales de la empresa	43
Tabla 10. Descripción partes de los pantalones	44
Tabla 11. Resumen del estudio de tiempos -corte-	53
Tabla 12. Resumen del estudio de tiempos -confección-	54
Tabla 13. Resumen del estudio de tiempos -rematado-	56
Tabla 14. Resumen del estudio de tiempos -empaque-	56
Tabla 15. Maquinaria de la empresa.	67
Tabla 16. Máquinas del proceso de producción.....	68
Tabla 17. Detalle de las máquinas de confección	68
Tabla 18. Frecuencia de compra de los materiales.	71
Tabla 19. Costo de mover el material en la distribución actual	72
Tabla 20. Espacio ocupado en las áreas	74
Tabla 21. Cálculo del requerimiento de espacios.	74
Tabla 22. Recorridos actuales	76
Tabla 23. Cálculo de la capacidad real	80
Tabla 24. Porcentaje de tiempo efectivo.....	81
Tabla 25. Cálculo de la capacidad efectiva.....	81
Tabla 26. Capacidad real de la planta	82
Tabla 27. Eficiencia de la planta	82
Tabla 28. Cálculo de la productividad mensual 2018.....	83
Tabla 29. Convenciones diagrama de relaciones	91
Tabla 30. Priorización de áreas para ubicación espacial: alternativa 1.....	96
Tabla 31. Priorización de áreas para ubicación espacial: alternativa 2.....	99
Tabla 32. Priorización de áreas para ubicación espacial: alternativa 3.....	101
Tabla 33. Eficiencia alternativa 1	103
Tabla 34. Eficiencia alternativa 2	104
Tabla 35. Eficiencia alternativa 3	104

Tabla 36. Resumen del estudio de tiempos ajustados -corte-, tiempos en minutos.....	119
Tabla 37. Resumen del estudio de tiempos ajustados -confección-, tiempos en minutos	120
Tabla 38. Resumen del estudio de tiempos ajustados -rematado-, tiempos en minutos	122
Tabla 39. Resumen del estudio de tiempos ajustados -empaque-, tiempos en minutos	122
Tabla 40. Costo de mover el material en la propuesta.....	129
Tabla 41. Elementos para manejo de material	132
Tabla 42. Movilización de material propuesto.	133
Tabla 43. Tiempo y distancia de movilización de material propuesto	135
Tabla 44. Ahorros en el transporte de material.....	141
Tabla 45. Beneficios económicos por aumento de capacidad de producción.....	141
Tabla 46. Plan de implementación de la propuesta.....	143
Tabla 47. Gastos de mantenimiento de la propuesta.....	145
Tabla 48. Costos servicios públicos.....	145
Tabla 49. Costos compra de materiales.	145
Tabla 50. Costos depreciación elementos nuevos.....	146
Tabla 51. Resumen Costos operacionales.....	146
Tabla 52. Datos flujo de inversión.....	147
Tabla 53. Flujo de inversión de la propuesta	147
Tabla 54. Relación costos y beneficios.....	149

Lista de figuras

	Pág.
Ilustración 1. Evidencia de las problemáticas en la empresa.....	6
Ilustración 2. Diagrama de Ishikawa.	8
Ilustración 3. Diagrama de relaciones.....	23
Ilustración 4. Diagrama de recorrido.	35
Ilustración 5. Diagrama de flujo de proceso.	37
Ilustración 6. Componentes del producto.	43
Ilustración 7. Diagrama de bloques proceso de producción.	47
Ilustración 8. Diagrama de flujo de proceso de corte.	47
Ilustración 9. Diagrama de flujo de proceso de confección.....	49
Ilustración 10. Diagrama de flujo de proceso de rematado.	50
Ilustración 11. Diagrama de flujo de proceso de empaque.....	51
Ilustración 12. Piso 1 de la planta de producción.	59
Ilustración 13. Piso 2 de la planta de producción	60
Ilustración 14. Piso 3 de la planta de producción	61
Ilustración 15. Diagrama recorrido corte primer piso.....	62
Ilustración 16. Diagrama recorrido corte segundo piso.	62
Ilustración 17. Diagrama recorrido confección tercer piso.....	63
Ilustración 18. Diagrama recorrido Confección segundo piso.....	63
Ilustración 19. Diagrama recorrido Rematado primer piso	64
Ilustración 20. Diagrama recorrido Rematado segundo piso.....	64
Ilustración 21. Diagrama recorrido Rematado tercer piso.	65
Ilustración 22. Diagrama recorrido Empaque primer piso.....	65
Ilustración 23. Distribución de los empleados actuales de la planta.....	70
Ilustración 24. Materias primas de la empresa.....	71
Ilustración 25. Ventas de la empresa 2015-2018 -unidades de productos-.....	78
Ilustración 26. Matriz de distancia recorrida.	85
Ilustración 27. Matriz de frecuencia de viajes.	86
Ilustración 28. Diagrama desde-hasta de la distribución actual de la planta.	87
Ilustración 29. Diagrama desde-hasta.	90
Ilustración 30. Diagrama de relaciones redistribución de la planta alternativa 1.	92
Ilustración 31. Diagrama de relaciones redistribución de la planta alternativa 2.	93
Ilustración 32. Diagrama de relaciones redistribución de la planta alternativa 3.	94
Ilustración 33. Resultados ALDEP alternativa 1.	97
Ilustración 34. Primer piso, alternativa propuesta 1.	97
Ilustración 35. Segundo piso, alternativa propuesta 1.	98

Ilustración 36. Tercer piso, alternativa propuesta 1.....	98
Ilustración 37. Resultados ALDEP alternativa 2	99
Ilustración 38. Primer piso, alternativa propuesta 2.	100
Ilustración 39. Segundo piso, alternativa propuesta 2.	100
Ilustración 40. Tercer piso, alternativa propuesta 2.....	100
Ilustración 41. Resultados ALDEP alternativa 3	102
Ilustración 42. Primer piso, alternativa propuesta 3.	102
Ilustración 43. Segundo piso, alternativa propuesta 3.	102
Ilustración 44. Tercer piso, alternativa propuesta 3.....	103
Ilustración 45. Propuesta de redistribución de la planta- Piso 1.....	106
Ilustración 46. Propuesta de redistribución de la planta –Piso 2.	106
Ilustración 47. Propuesta de redistribución de la planta –Piso 3.	107
Ilustración 48. Diagrama de flujo de proceso de corte propuesto.....	108
Ilustración 49. Diagrama de flujo de proceso de confección propuesto.	109
Ilustración 50. Diagrama de flujo de proceso de rematado propuesto.....	110
Ilustración 51. Diagrama de flujo de proceso de empaque propuesto.	110
Ilustración 52. Diagrama de recorrido proceso corte Propuesto - Piso 1.....	112
Ilustración 53. Diagrama de recorrido proceso corte Propuesto - Piso 3.....	113
Ilustración 54. Diagrama de recorrido proceso confección propuesto- Piso 3.	114
Ilustración 55. Diagrama de recorrido proceso confección propuesto- Piso 2.	115
Ilustración 56. Diagrama de recorrido proceso rematado propuesto - Piso 2.....	116
Ilustración 57. Diagrama de recorrido proceso rematado Propuesto- Piso 3.....	117
Ilustración 58. Diagrama de recorrido procesos rematado propuesto - Piso 1.	118
Ilustración 59. Propuesta diagrama de recorrido proceso de empaque- Piso 1.	119
Ilustración 60. Simulación en FlexSim.....	123
Ilustración 61. Distribución simulación- Piso 1.....	124
Ilustración 62. Distribución simulación- Piso 2.....	124
Ilustración 63. Distribución simulación- Piso 3.....	125
Ilustración 64. Cantidad producción corte.....	126
Ilustración 65. Cantidad producción confección y rematado.....	127
Ilustración 66. Cantidad producción empaque.....	128
Ilustración 67. Cronograma de implementación de la propuesta.....	142

Lista de Ecuaciones

	Pág.
Ecuación 1. Tiempo Normal	28
Ecuación 2. Tiempo Estándar	29
Ecuación 3. Superficie estática (Se).....	31
Ecuación 4. Superficie gravitacional (Sg)	31
Ecuación 5. Superficie de evolución común (Sc)	32
Ecuación 6. Coeficiente de evolución.....	32
Ecuación 7. Superficie total	32
Ecuación 8. Capacidad Real	32
Ecuación 9. Capacidad Efectiva	33
Ecuación 10. Capacidad Utilizada	33
Ecuación 11. Eficiencia de la Línea.....	33
Ecuación 12. Productividad	34
Ecuación 13. Productividad del trabajo	34
Ecuación 14. Capacidad de Producción confección en minutos.....	79
Ecuación 15. Capacidad de Producción confección en horas.....	80
Ecuación 16. Cálculo de la productividad actual.....	83
Ecuación 17. Productividad del trabajo	137
Ecuación 18. Productividad del trabajo 2018	137
Ecuación 19. Productividad del trabajo propuesta.....	137
Ecuación 20. Capacidad de producción	138

Ecuación 21. Cálculo de capacidad de producción actual	138
Ecuación 22. Cálculo de capacidad de producción propuesta	139
Ecuación 23. Relación de beneficios y costos	148

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A. Calificación de los operarios Growth Jean's	155
Anexo B. Holguras de operaciones para estudio de tiempos.....	156
Anexo C. Resultados completos estudio de tiempos	157
Anexo D. Especificaciones técnicas de maquinaria	161
Anexo E. Planos Eléctricos.....	169
Anexo F. Planos propuestos.....	171
Anexo G. Cotizaciones para análisis de costos.....	174
Anexo H. Ficha técnica de simulación en FlexSim	181

Resumen

El presente trabajo de grado describe una propuesta de redistribución de planta en la empresa *Growth Jean´s*, dedicada a la fabricación de pantalones para hombre, que abarcó la variable de estudio definida como productividad y dejó como resultado la disminución de los recorridos de los operarios de 120,14 metros a 70,4 metros e impactando con el aumento de producción de la empresa al pasar de 0,22 a 0,39 pantalones por hora-hombre.

El primer paso en este proyecto fue el diagnóstico del proceso de producción de la empresa a mención, por este motivo, se tuvieron en cuenta aspectos como la materia prima, la maquinaria y la distribución de los elementos físicos. También, esta fase requirió de la utilización de herramientas de la ingeniería como diagramas de flujo, diagramas de recorrido y estudio de tiempos, teniendo en cuenta los recorridos que se necesitan para la fabricación de un lote de producción.

Posterior al diagnóstico se analizaron los hallazgos y éstos evidenciaron que los factores que incidían negativamente en la productividad estaban asociados a la distribución de la planta. De ahí que se planteó una solución a esta problemática por medio de una propuesta que presentó posibles alternativas de distribución de planta que se adaptaban mejor a la empresa; cada una de estas opciones fueron evaluadas a través de métodos de generación de “layouts” con la herramienta ALDEP, la cual permite ver la mejor alternativa y su eficiencia, seleccionando la que garantice el mejor flujo del proceso de producción. Finalmente, se generó el análisis de los costos y beneficios de la propuesta seleccionada con el fin de obtener su viabilidad financiera.

Palabras clave: Distribución de planta, productividad, proceso de producción, herramienta ALDEP, flujo del proceso, recorridos.

Abstract

The present work of degree describes a proposal of distribution of plant in the company Growth Jean's, dedicated to the manufacture of pants for man, that allowed to improve the variable of study defined like productivity, diminishing the routes of 120,14 meters to 70,4 meters. Moving from 0.22 pants to 0.39 pants for man-hour.

Starting with the diagnosis of the current situation of the company, considering its production process, its raw material, its machinery and the distribution of physical elements, using engineering tools such as flow diagrams, route diagrams and study of times, taking into account the routes that are needed for the production of a production batch.

After analyzing the current situation of the company, which presents the main problems associated with the distribution of the plant that negatively affect productivity. The proposal of solution to these problems is presented, showing the possible alternatives of distribution of plant that adapt better to the company, which will be evaluated by means of methods of generation of "layouts" using the tool ALDEP, which allows to see the better alternative and its efficiency, selecting the one that guarantees the best flow of the production process. Finally, the analysis of the costs and benefits of the selected proposal is presented in order to obtain financial viability.

Keywords: Plant distribution, productivity, production process, ALDEP, process flow, routes.

Introducción

En el presente trabajo de grado se realizó una propuesta de redistribución de planta en la empresa *Growth Jean´s*, ubicada en la calle 38 d sur # 68d-88 en el barrio ‘Alquería La Fragua’ de la localidad de Kennedy. Su actividad económica se centra en la fabricación de jean’s para hombre y su infraestructura es de 280 metros cuadrados incluyendo la bodega de almacenamiento donde se realizan los diferentes procesos de confección, pasando por diferentes máquinas como la máquina plana, dos agujas, cerradora, fileteadora y presilladora.

En consecuencia, al incremento de las ventas, la empresa adquirió nuevas máquinas para responder a la demanda. No obstante, estos cambios han afectado el flujo del proceso al generarse desplazamientos más largos por parte de los operarios y a su vez una baja en el nivel de productividad. Por consiguiente, teniendo en cuenta las limitaciones de espacio de la planta, se requería un análisis detallado de los flujos para determinar cuáles serían las mejores ubicaciones de las áreas para aumentar la productividad de la empresa y responder adecuadamente a las necesidades del mercado. Teniendo en cuenta este contexto, los esfuerzos se aunaron en una redistribución de planta para disminuir los recorridos entre las operaciones, así como en el tiempo invertido en estos transportes.

De este modo, el trabajo de grado se estructura de la siguiente manera: primero, el planteamiento de los objetivos. Segundo, la presentación del marco teórico donde se articulan los conceptos adoptados con la problemática tratada de la distribución de planta. Tercero, se da a conocer la metodología diseñada para el desarrollo de la propuesta. Cuarto, la exposición de los hallazgos obtenidos a partir del diagnóstico, donde se encuentran las generalidades de la empresa y su proceso de producción. Quinto, la explicación de los resultados y las propuestas que surgieron

a partir del análisis de los hallazgos. Por último, están el detalle del análisis financiero, las conclusiones y las recomendaciones.

CONTEXTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación

Dentro del sector secundario se encuentran las empresas de la industria textil y ésta ha estado presentando algunos imprevistos en su movimiento dentro de la economía nacional. Según la Encuesta Mensual Manufacturera, elaborada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, la confección de prendas de vestir se redujo un 5,7% en enero respecto al mismo periodo del año anterior (DANE, 2016). El personal fue quien recibió el impacto del primer mes de 2018 en la confección al generarse un descenso interanual del 7,5% de su plantilla. Paralelo a esto, las ventas del sector se volvieron a elevar, tras acumular quince meses en caída (DANE, 2016).

Por esta razón, para competir en el mercado y obtener elevadas ventas se requiere de una empresa altamente productiva que logre satisfacer a los clientes en sus necesidades, al brindarles en sus productos una muy buena calidad y un estilo acorde a las tendencias del momento; por supuesto, una empresa que se dedica a la producción de pantalones para hombre ha de tener estos factores en cuenta, debido a que está obligada a seguir estas tendencias para llamar la atención de minoristas y mayoristas que se dedican actualmente a vender este tipo de prendas de vestir, tanto para hombres como para mujeres (Modaes, 2017).

1.2 Descripción

Growth Jean's es una empresa ubicada en la calle 38 D Sur # 68D-88 en el barrio 'La Alquería, la Fragua' de la localidad de Kennedy. Esta planta opera en un inmueble de 280 metros cuadrados con una antigüedad de 20 años. En estas instalaciones han fabricado hasta 12.000 pantalones

anuales, vendiéndole a grandes clientes mayoristas en todo el país. La fabricación de los pantalones consta de cuatro procesos generales: corte, confección, rematado y empaquetado.

En las diferentes visitas realizadas a la empresa se evidenció desorden en las zonas comunes y áreas de trabajo, por la ubicación de la materia prima y los desperdicios del material. Esta falta de organización se denota en la demora que presenta el transporte de las materias primas, los productos en proceso y terminados con un rango entre 1 y 6 minutos, dependiendo del área de operación en la planta. Es necesario añadir que esta falencia produce focos de desarrollo de plagas que pueden afectar tanto la salud de los empleados como la calidad del producto. En la ilustración 1 se evidencia parte de la problemática.



Ilustración 1. Evidencia de las problemáticas en la empresa.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa.

En sus inicios la empresa tenía siete máquinas, pero con el aumento de la producción ha adquirido más maquinaria, entre las que están las máquinas planas, máquinas dos agujas,

fileteadoras y máquinas cerradoras. En este momento tienen 26 máquinas en funcionamiento y una mesa de corte y rematado, la cual tiene un área aproximada de 10 metros cuadrados. Frente a este aumento en su capacidad no hubo una planeación adecuada para la distribución de esta, sino que ésta fue dispuesta en el espacio sobrante que tenían los niveles superior e inferior; esta situación derivó en excesivos movimientos y recorridos dentro de la planta.

Asimismo, el abastecimiento de materias primas es demorado dado que la planta se encuentra en tres niveles, como se mencionó al comienzo, llevando a los operarios a recorrer distancias entre 1 a 10,56 metros con tiempos de 2 a 3 minutos por desplazamiento. Debido a que estos transportes los realiza el operario cargando materiales de un lugar a otro, se retrasa la producción del lote de pantalones, afectando la productividad de la empresa debido al tiempo de hora-hombre perdido por estos desplazamientos que no agregan valor al proceso de producción.

En el diagrama de Ishikawa se identificaron las problemáticas de la planta de producción a nivel interno y en la matriz DOFA se exhibieron las oportunidades, debilidades, amenazas y fortalezas a las que se enfrenta la empresa hoy en día. Para el diagrama de Ishikawa se analizaron los seis factores o ‘seis M’ que intervienen en la empresa: máquinas, métodos, materiales, mano de obra, administrativos y ambiente. La ilustración 2 presenta el diagrama de Ishikawa de la distribución de planta de *Growth jean's*.

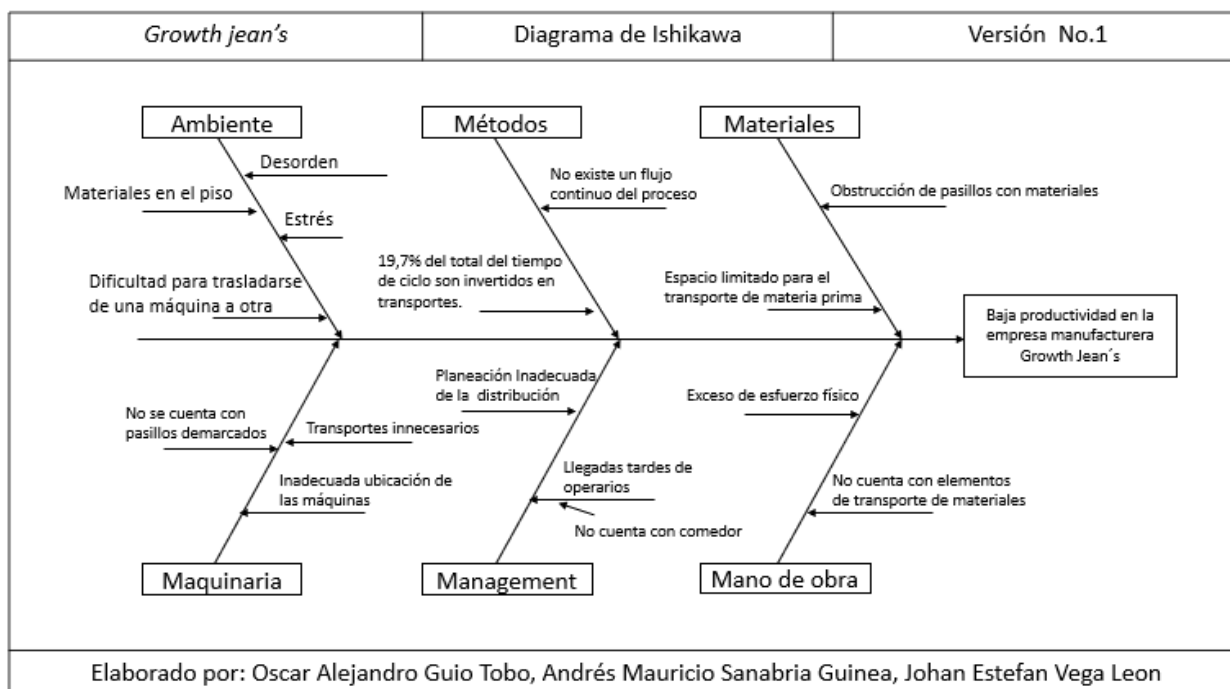


Ilustración 2. Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

En resumen, las causas identificadas por las cuales la empresa tiene una baja productividad se deben a la inadecuada distribución de la planta, debido a la disposición actual de las máquinas en el espacio, donde no se cuenta con un flujo continuo del proceso, que genera que existan transportes innecesarios y a su vez tiempos improductivos durante el proceso de producción, el cual se encuentra distribuido en tres pisos, generando fatigas y posibles lesiones por el peso del material transportado.

Otro punto para tener en consideración son las condiciones poco adecuadas que se viven en el día a día de la empresa, por ejemplo, el material se ubica en el piso, las áreas no están demarcadas y hay áreas dependientes de otras para poder iniciar con su proceso, como en el caso de aquellas que deben esperar a que el material sea llevado atrasando la producción de los pantalones.

Respecto a temas de bienestar, los empleados no cuentan con *lockers*, por lo que deben colocar sus implementos personales cerca de los puestos de trabajo, obstruyendo los mismos o distrayéndose con éstos; tampoco cuentan con un comedor para almorzar dentro de la planta, por lo cual, tienen que salir a tiendas, un hecho que también afecta la producción de pantalones porque los empleados suelen llegar a destiempo.

A continuación, se presenta en la tabla 1 la matriz DOFA que permite complementar el diagnóstico inicial de la planta.

Tabla 1. Matriz DOFA

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
- Demora en la recepción de la materia prima.	- Convenios con el estado, ya que permite tener más demanda del producto.
- Demoras en la producción, debido a que se tienen que realizar recorridos innecesarios.	- Se cuenta con el recurso económico necesario para modificar la planta de tal forma que cumpla con los requerimientos.
- Mala ubicación de maquinaria en el espacio físico en la planta.	
FORTALEZAS	AMENAZAS
- Experiencia en el sector de producción.	- Competencias en el mercado.
- Satisface las necesidades del cliente.	- Pérdida de clientes por contratiempos.

Fuente: Elaboración propia, 2018

La matriz presentada evidencia que las debilidades de la empresa afectan directamente la productividad por las demoras en el proceso y los largos recorridos, sin embargo, la empresa cuenta

con la experiencia necesaria en el sector. Al realizar la evaluación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se presentan actualmente en la empresa *Growth Jean's*, se encontraron una serie de factores que afectan de una u otra forma la eficiencia de la compañía y con base en ello se diseñaron estrategias para suplir las debilidades y las amenazas, las cuales se presentan a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Cruce matriz DOFA

	LISTA DE FORTALEZAS	LISTA DE DEBILIDADES
FACTORES INTERNOS	F1. Experiencia en el sector de producción.	D1. Demora en la recepción de la materia prima.
	F2. Satisface las necesidades del cliente.	D2. Demoras en la producción, debido a que se tienen que realizar recorridos innecesarios.
FACTORES EXTERNOS		D3. Mala ubicación de maquinaria en el espacio físico en la planta.
LISTA DE OPORTUNIDADES	FO	DO
O1. Convenios con el Estado, ya que permite tener más demanda del producto.		
O2. Se cuenta con el recurso económico necesario para modificar la planta de tal forma que cumpla con los requerimientos.	F1O1: Se tiene una experiencia en este sector, se pueden generar más clientes.	D2O2: Contar con un espacio más apropiado para la distribución de la planta.
LISTA DE AMENAZAS	FA	DA
A1. Competencias en el mercado		
A2. Pérdida de clientes por contratiempos.	F2A2: se espera satisfacer las necesidades de los clientes, para lograr una fidelización.	Se espera acabar con los recorridos innecesarios lo cual se tendrá la producción en un menor tiempo, logrando que la productividad de la empresa aumente.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Según lo descrito anteriormente, el problema fundamental que posee la empresa actualmente es su distribución de planta, debido a que no hubo una planeación por parte de los dueños de la empresa en ubicar las máquinas de acuerdo con un flujo del proceso que se adapte a las características del producto, buscando reducir tiempos improductivos.

Además, se ha evidenciado un aumento de la demanda pasando de 1,121 a 1,237 unidades vendidas en los últimos cuatro años, obligando a la empresa a producir un mayor volumen de pantalones para hombre, por lo cual ha adquirido mayor cantidad de materiales que se deben transportar de un área a otra. En donde por medio de una mejor distribución de las máquinas y los elementos físicos de la planta, se podría evitar el constante traslado de material y desordenes en el área de producción, generando un mejor ambiente laboral para los trabajadores y un flujo adecuado del proceso buscando aumentar la productividad de la empresa.

Por ende, se planteó una propuesta para la redistribución en planta de esta empresa, analizando los ocho factores de Muther, y buscando cumplir los siguientes objetivos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de redistribución de la planta en la empresa *Growth Jean's* que permita aumentar su productividad.

1.3.2 Objetivos específicos

- 1- Diagnosticar la situación actual de la empresa *Growth Jean's*.
- 2- Establecer estrategias, herramientas, técnicas de redistribución en planta que permitan la mejora de la productividad de la empresa.

3- Evaluar los costos y los beneficios de la propuesta.

1.4 Pregunta de investigación

¿Qué alternativas generar para redistribuir adecuadamente la planta de producción de la empresa *Growth Jean's* permitiendo aumentar la productividad de la misma?

1.5 Justificación

La empresa *Growth Jean's* en su interés por el mejoramiento continuo tiene pensado realizar un proyecto de distribución de planta que le ayude a dar solución a los problemas que enfrenta actualmente, como lo son: largos recorridos entre procesos, falta de un flujo continuo del proceso y baja en la productividad de la planta. Adicionalmente, con el presente proyecto, la empresa está interesada en obtener los siguientes beneficios:

- Aumentar la productividad.
- Una ubicación adecuada para los procesos dentro de la planta.
- Correcta distribución de áreas y puestos de trabajo.
- La redistribución de sus áreas de almacenamiento de producto en proceso y producto terminado.

Además, los autores de este trabajo de grado pusieron a prueba los conocimientos, las habilidades y las herramientas aprendidas en el pregrado. También, profundizaron sus conocimientos en el área de diseño y distribución de plantas, entre otros, para cumplir con el objetivo de resolver problemas empresariales reales.

Por último, para la Universidad el Bosque estos proyectos son importantes porque se establecen mejores relaciones entre los gremios de Universidad-Empresa a través de la aplicación de los conocimientos enseñados en el aula en dichos espacios, logrando así un mejor prestigio para la misma.

1.6 Alcance

En el presente proyecto solo se desarrolló la propuesta de solución de la problemática identificada. Por lo tanto, queda a disposición de la empresa *Growth Jean's* la implementación de esta. En relación con los entregables del proyecto, está el documento y los planos respectivos de la propuesta de redistribución de planta.

1.6.1 Conceptual

Esta propuesta se desarrolló con base en la información obtenida en las herramientas de diagnóstico donde se aplicaron conceptos como distribución de planta, simulación, costos, capacidad, almacenamiento, productividad, planeación sistemática de Muther y administración de operaciones. Cabe aclarar que los conceptos abordados utilizaron las herramientas de ingeniería como diagramas de flujo, de operaciones, de recorrido y un estudio de tiempos, teniendo en cuenta los recorridos que se necesitan para la fabricación de un lote de producción.

1.6.2 Geográfico

La planta de producción de *Growth Jean's* está ubicada en la Calle 38 D Sur # 68D-88 en el barrio 'Alquería, La Fragua' de la localidad de Kennedy.

1.6.3 Cronológico

El desarrollo del presente proyecto tuvo una duración de 10 meses, dando como fecha de inicio el mes de febrero del año 2018 y finalizando en noviembre del mismo año.

2 Marco Referencial

Se presenta en este capítulo el marco institucional, marco teórico y conceptual de la propuesta para el desarrollo de los objetivos planteados.

2.1 Antecedentes

Se realizó una investigación de trabajos de grado en los cuales se desarrollaron propuestas de distribución en planta, con el fin de conocer qué metodologías y herramientas se utilizaron y cuáles fueron los resultados. A continuación, se presentan los antecedentes que sirvieron como guía para la elaboración de este proyecto:

El estudio de (Arguello, Perez, & Ramirez, 2014), en la Universidad El Bosque, se titula “Propuesta de redistribución de planta en la empresa manufacturera “Camisetas Emir’s” ubicada en la ciudad de Bogotá”, cuyos autores fueron Juan Sebastián Argüello, Raúl Andrés Pérez y Tatiana Ramírez. El estudio de Argüello, Pérez y Ramírez (2014) expone una propuesta de redistribución de planta en la empresa Camisetas Emir’s que permite mejorar la velocidad del flujo de materiales, el abastecimiento de materia prima en los puestos de trabajo, productos en proceso y ahorro de costos para lograr el aumento de la productividad. Esta tesis permitió tener un panorama más claro sobre cómo realizar una distribución de planta que permita el aumento de la productividad de la empresa teniendo en cuenta diferentes factores como las adecuadas cercanías entre departamentos que interactúan con más frecuencia en el proceso de producción, la distancia recorrida por el operario, los espacios para almacenamiento de materias primas y los pasillos por los que transita el operario.

De otro lado, se tiene como segundo antecedente el trabajo titulado “Propuesta de rediseño de la distribución en planta para la panificadora DISERAL LTDA.” (Guzman & Llanos, 2013), en el

cual los autores realizan una propuesta de rediseño de la distribución en planta para la panificadora DISERAL LTDA. A partir de este trabajo se logró una referencia clara de la forma en la cual se realiza el análisis de los factores de Muther para lograr una adecuada identificación de los problemas en la planta y establecer la redistribución pertinente basada en los problemas encontrados.

(Duque & Rojas, 2017), son la tercera referencia, realizaron una propuesta de redistribución en la planta de General Animal Food S.A.S. Una empresa que fabrica comida para animales. Estos autores utilizaron el cálculo de áreas de la empresa por medio del método de Guerchet, el cual permite incluir el espacio para el movimiento de materiales y de personal teniendo en cuenta la operación de la maquinaria. También, utilizaron la metodología *systematic layout planning* –SLP–, con ella obtuvieron resultados enfocados a la reducción de costos de transporte para el aumento de la productividad, disminuyendo los recorridos, mejorando el flujo del proceso de producción y obteniendo utilidades por \$57.216.000.

Para la cuarta referencia se encuentra el trabajo titulado “Diseño de una propuesta de distribución en planta en la empresa Panificadora Plenty S.A.S de Bogotá.” Este proyecto se desarrolló en el año 2017 por (Velzasquez & Perez, 2017) y tuvo como objetivo general realizar una propuesta de redistribución en planta para el área de producción haciendo uso de los programas de cómputo como lo es *CORELAP*. Esta propuesta permitió mejorar su productividad medida en la disminución de tiempos de procesos. Como principales resultados se evidenció que se pueden disminuir los transportes dentro de la planta en un 69%.

Esta tesis contribuye como ejemplo para aumentar la productividad de una empresa, por medio del aumento en la producción de unidades al día, viéndose reflejado en las utilidades de la empresa.

Este trabajo de grado permite evidenciar que a partir de un software de cómputo se pueden generar opciones de distribución, que deben ser evaluadas con el fin de llegar a obtener una eficaz distribución en planta.

Los antecedentes consultados demostraron que para realizar la redistribución de planta de la empresa *Growth Jean's* se requiere profundizar en la metodología 'SLP' o 'Planeación Sistemática de Layout de Muther', en tanto que, es la más utilizada para la resolución de este tipo de distribución, y que, además, es necesario enfocar el diagnóstico a la descripción detallada del proceso de producción con el cual es posible identificar las problemáticas particulares de la empresa.

2.2 Marco institucional

2.2.1 Razón Social

Growth Jean's.

2.2.2 Valores empresariales

A continuación, se describen los valores que se viven y practican en la empresa *Growth Jean's*:

Confianza: se refiere a la calidad de las relaciones entre los trabajadores de la empresa, este valor se tiene gracias a que cada operario posee un buen comportamiento y las dinámicas son fluidas y eficaces lo que genera que el nivel de confianza aumente en los trabajadores.

Responsabilidad: debido a las buenas decisiones que se toman en la empresa, existe una conciencia colectiva sobre el respeto de las normas y el cumplimiento de los requisitos que se plantean.

2.2.3 Estructura organizacional

Actualmente *Growth Jean's* no posee una estructura organizacional definida, esto debido a que lo consideran como un factor irrelevante, porque ya saben quién debe desempeñar cada una de las respectivas funciones.

2.2.4 Principales competidores

Los principales competidores de *Growth Jean's* son los grandes fabricantes que se encuentran dentro de la industria colombiana e internacional de jean's para hombre, como lo son: Petrolizado Jeans, Jeanswear, Xixmo Jeans, Monthelier, e internacional como Chevignon, Diesel, Lec.

2.3 Marco teórico

2.3.1 Distribución de planta

Se entiende por distribución de planta a “la ordenación física de los elementos industriales, que participan en el proceso de producción de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos” (Fuente Garcia, y otros, 2008, pág. 176). Es decir, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, el almacenamiento, los trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller. “Es necesario estudiar cómo determinar las distribuciones a partir del flujo del trabajo, el cual define los formatos para ordenar los departamentos. Se tienen tres tipos básicos de formatos: el centro de trabajo, la línea de ensamble y la distribución por proyecto”. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 221)

“El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere y a bajo costo”. (Niebel & Freidvals, 2009, pág. 86). También es importante resaltar que

la distribución en planta busca obtener las menores distancias y tiempos que el trabajador invierte en los recorridos durante el proceso de producción.

Además, con una distribución efectiva se puede lograr una estrategia que apoye la diferenciación, mejore la calidad de vida del trabajo, aumente la competitividad de la empresa y su productividad debido al mejor aprovechamiento de los recursos invertidos en el proceso de producción (Heizer & Render, 2014) .

2.3.2 Tipos de Distribución en planta

A continuación, se mencionarán los tres tipos clásicos de distribución en planta:

Distribución por Proceso o Función.

Consiste en la agrupación de todas las operaciones de la misma naturaleza. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto (Garcia Dunna, Garcia Reyes, & Cardenas Barrón, 2013).

Distribución Por Posición Fija.

Hace referencia al tipo de distribución en el que se involucra material pesado y voluminoso, donde las maquinas son transportadas hasta el material para realizar el proceso de producción (Rojas, 2005).

Distribución Por Producto O En Línea.

Esta distribución también es llamada como producción en línea o en cadena, en ésta el material está en movimiento. Las máquinas o entidades que intervienen en la elaboración del

producto final están dispuestas una al lado de la otra y están ordenadas en la secuencia de las operaciones del proceso. (Rojas, 2005, pág. 15)

De igual forma, existen otros tipos de distribución como lo son:

Distribución por oficina.

“Posiciona a los trabajadores, su equipo, y sus espacios y oficinas para proporcionar el movimiento de información”. (Heizer & Render, 2014, pág. 358)

Distribución de tienda.

“Asigna espacio de anaquel y responde al comportamiento del cliente”. (Heizer & Render, 2014, pág. 358)

Distribución de almacén.

“Aborda los intercambios que se dan entre el espacio y el manejo de materiales”. (Heizer & Render, 2014, pág. 358)

Distribución de una célula de trabajo.

“Acomoda la maquinaria y el equipo para enfocarse en la producción de un solo producto o de un grupo de productos relacionados”. (Heizer & Render, 2014, pág. 358)

2.3.3 Factores que afectan la distribución en planta

En la distribución en planta se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las relaciones existentes entre los mismos. Los factores que influyen en la distribución en

planta se dividen en ocho grupos: maquinaria, materiales, hombre, movimientos, espera, servicio, edificio y cambio. Cada uno de estos elementos se les analizan diversas características y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta al momento de llevar a cabo una distribución en planta (Palacios Acero, 2009).

Factor material.

En los procesos de fabricación el material es un elemento importante, puesto que de él depende el producto a fabricar. Por tanto, el análisis de este factor en el proceso de producción aporta información relevante para conocer y evidenciar las necesidades de los materiales como parte de la distribución de la planta (Palacios Acero, 2009).

Factor maquinaria.

Siempre que se tenga un elemento importante de equipo se debe centrar la máxima atención, determinando cuál debe ser su capacidad, cómo encajará en las condiciones ya existentes y cómo cambiar la existente por una nueva. Los puntos a tener en cuenta del proceso maquinaria y equipo son los siguientes: volumen o capacidad, calidad de la producción, coste inicial, coste de mantenimiento o de servicio, coste de operación, espacio requerido, garantía, disponibilidad, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgo para los hombres, material y otros elementos, facilidad de emplazamiento, incomodidades inherentes -ruidos, olores, etc. (Palacios Acero, 2009)

Factor hombre.

Como factor de producción el trabajo del hombre se puede trasladar, dividir o repartir, entrenarle para nuevas operaciones, y generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas.

En cualquier distribución debe considerarse la seguridad de los trabajadores y empleados. En cuanto a las condiciones de trabajo, la distribución, debe ser confortable para todos los operarios; en esas condiciones de bienestar influye la luz, la ventilación, el ruido, el calor, la vibración, entre otros (Palacios Acero, 2009).

Factor movimiento.

El movimiento de al menos uno de los tres factores -material, hombre, maquinaria- es esencial pues representa una ayuda efectiva para rebajar los costes de producción, permitir que los trabajadores se especialicen y que las operaciones se puedan dividir (Muther, 1981). Existen algunos movimientos dentro de la distribución de la planta que se consideran importantes, tales como: movimiento de material y de hombres, en el cual el trabajador se mueve con el material para cada máquina o lugar de trabajo (Barba, 2001). Movimiento de material y de maquinaria, sucede cuando los materiales y la maquinaria o herramientas se dirigen a los operarios; movimiento de hombres y de maquinaria, dado que los trabajadores se mueven con las herramientas y equipo, generalmente, alrededor de una pieza; movimiento de materiales.

La distribución en la planta necesita con menor o mayor frecuencia adaptarse a los cambios de las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, las que hacen aconsejables la adopción de distribuciones flexibles.

Factor espera.

Cuando la distribución está correctamente planeada, los circuitos de flujo de material se reducen a un grado óptimo. El objetivo es una circulación de material clara y veloz a través de la planta, siempre en progreso hacía el acabado del producto, dado que, cuando los materiales son detenidos, tienen lugar las esperas o demoras dentro del proceso (Muther, 1981).

Factor Servicio.

Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria (Palacios Acero, 2009).

Factor Edificio.

El edificio influirá en la distribución, sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla. De aquí que las consideraciones del edificio se transformen en limitaciones de la libertad de acción del distribuidor, pues por su misma cualidad de permanencia el edificio crea una cierta rigidez en la distribución (Muther, 1981).

Los elementos o particularidades del factor edificio que intervienen frecuentemente en el problema de la distribución son: los cálculos de las áreas individuales de los elementos, porque éstos deben ser la base de las dimensiones en conjunto. Las necesidades de espacio parten del número y tipo de máquinas requeridas por parte del área para el material de espera, del área para los servicios requeridos por el producto y cualquier otra necesidad especial de espacios.

Factor Cambio.

Se puede estar seguro de que las condiciones de trabajo cambiarán y que dichos cambios afectarán a la distribución en mayor o menor grado. El cambio es una parte básica de todo concepto de mejora, y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. Por lo tanto, a pesar de que se planean nuevas distribuciones, debe revisarse constantemente las establecidas previamente (Muther, 1981).

2.3.4 Planeación sistemática de Muther

“Se denomina planeación sistemática de la distribución (SLP), su objetivo es ubicar dos áreas con grandes relaciones lógicas y frecuencias cercanas entre sí mediante el uso de un procedimiento directo de seis pasos”. (Niegel & Freidvals, 2009, págs. 88-89) Los cuales se describen a continuación:

Diagramar las relaciones.

Se establecen las relaciones de las diferentes áreas por medio de un diagrama de relaciones. Una relación es el grado relativo de acercamiento entre los diferentes departamentos, áreas, actividades, entre otros. (Niegel & Freidvals, 2009)

Establecer las necesidades del espacio.

“En la segunda etapa se establecen las necesidades de espacio en términos de los pies cuadrados que existen. Estos valores pueden calcularse con base en las necesidades de producción”. (Niegel & Freidvals, 2009, pág. 89)

Elaborar diagrama de relaciones entre actividades.

Se realiza una representación visual de las diferentes actividades y se asignan las siglas como se observa en la ilustración 3. (Niegel & Freidvals, 2009)

Relación	Valores más cercanos	Valor	Líneas en el diagrama	Color
Absolutamente necesario	A	4	≡≡≡≡	Rojo
Especialmente importante	E	3	≡≡≡	Amarillo
Importante	I	2	≡≡	Verde
Ordinario	O	1	≡	Azul
Sin importancia	U	0	—	
No deseable	X	-1	∕∕∕∕∕∕	Café

Ilustración 3. Diagrama de relaciones.

Fuente: Niegel & Freivalds, 2009

Elaborar relaciones de espacio en la distribución.

Se hace una representación espacial, escalando las áreas en términos de su tamaño relativo, donde el analista debe plasmar en un plano la escala con la que se encuentre satisfecho. (Niebel & Freidvals, 2009).

Evaluar una distribución alterna.

Se basa en evaluar las diferentes opciones para determinar la mejor solución, teniendo en cuenta la flexibilidad, eficiencia del flujo, manejo eficiente de materiales, la seguridad, la facilidad de supervisión, la apariencia y la estética. (Niebel & Freidvals, 2009)

Seleccionar la distribución e instalarla.

Como su nombre lo indica, consiste en implementar la propuesta, la nueva distribución. Sin embargo, el alcance del proyecto no consiste en una implementación.

2.3.5 Programas de cómputo para distribuciones en planta

Hay autores que resaltan lo siguiente:

En la actualidad se han creado programas de cómputo para ayudar a los analistas a desarrollar distribuciones realistas de una manera rápida y a bajo precio. El programa de Ubicación de instalaciones relativamente Computarizadas (*CRAFT*) es un programa que se utiliza de manera amplia, el centro de actividades podría ser un departamento o centro de trabajo dentro de un departamento. Cualquier centro de actividades puede identificarse como fijo, lo que lo libera y permite libertad de movimiento de aquellos que pueden moverse fácilmente. Por ejemplo, a menudo

se quiere congelar centros de actividad tales como elevadores, salas de descanso y escaleras. Los datos de entrada influyen los números y ubicaciones de los centros fijos de trabajo, costos del manejo de materiales flujo interactivo en el centro y una representación de la distribución. (Niebel & Freidvals, 2009, págs. 91-92)

“Existe otro software llamado *CORELAP*. Los insumos de entrada son el número de departamentos, las áreas departamentales, las relaciones departamentales y los pesos de dichas relaciones. Luego, el programa elabora distribuciones y ubica los departamentos mediante el empleo de áreas rectangulares. El objetivo es proporcionar una distribución donde se encuentren juntos los departamentos de alto rango”. (Niebel & Freidvals, 2009).

ALDEP es otro programa recomendado para realizar distribuciones en múltiples pisos, el cual distribuye las plantas con base en la selección aleatoria de un departamento al que ubica en un determinado arreglo. Luego, se escanea el diagrama de relaciones y los departamentos que tengan un valor alto de cercanía se introducen en la distribución. Este proceso es continuo hasta que el programa coloca todos los departamentos; después, el programa da una puntuación de la distribución y repite este proceso un número específico de veces (Niebel & Freidvals, 2009).

Una ventaja que tiene *ALDEP* y que se diferencia de *CORELAP* es que genera gran cantidad de *layouts*, le asigna un valor a cada *layouts* y deja a criterio del analista la decisión final.

2.3.6 Estudio de tiempos

A lo largo del tiempo la administración se ha dado cuenta de la importancia de asignar tiempos estándar a los elementos básicos del trabajo. Estos tiempos se conocen como tiempos de movimientos básicos, tiempos sintéticos o tiempos predeterminados y son asignados a los movimientos fundamentales, además de los grupos de movimientos que no se pueden evaluar con

precisión mediante los procedimientos ordinarios. También, son el resultado de estudiar una muestra grande de operaciones diversificadas con una cámara de filmación o videograbación, capaz de medir elementos muy cortos.

Los valores de tiempo son sintéticos porque con frecuencia son el resultado de las combinaciones lógicas de *therbligs*; son básicos, debido a que un mayor refinamiento es difícil e impráctico, y son predeterminados, dado que se usan para predecir los tiempos estándar de nuevos trabajos que resultan del cambio de métodos. (Niebel & Freidvals, 2009, pág. 403)

Tiempo observado (TO).

“Es el periodo que se centra en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida”. (Niebel & Freidvals, 2009, pág. 403)

Tiempo estándar (TE).

“Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y trabajando a ritmo normal lleve a cabo una operación”. (Niebel & Freidvals, 2009, pág. 403)

Tiempo normal (TN).

“Es el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida”. (Niebel & Freidvals, 2009, pág. 403)

Ciclos en el estudio.

Es la sucesión de elementos que se necesitan para realizar una tarea u obtener una unidad de producción, General Electric Company, estableció la siguiente tabla como una guía aproximada

para el número de ciclos que se deben observar (Niebel & Freidvals, 2009). La tabla 3 presenta el número de ciclos de estudio requerido, teniendo en cuenta el tiempo de ciclo.

Tabla 3. Número de ciclos de estudio.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos	Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200	2.00-5.00	15
0.25	100	5.00-10.00	10
0.50	50	10.00-20.00	8
0.75	40	20.00-40.00	5
1.00	30	40.00 o mas	3
2.00	20		

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2009).

Sistema de calificación Westinghouse.

Es un sistema de calificación desarrollado por *Westinghouse Electric Corporation* que considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario (Niebel & Freidvals, 2009). Los Factores de evaluación de desempeño utilizados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Factores de evaluación de desempeño

Factor	Descripción
Habilidad	Se define como la destreza para seguir un método dado, esta habilidad es el resultado de la experiencia y las aptitudes inherentes de coordinación natural y ritmo.
Esfuerzo	El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad, al evaluar el esfuerzo del operario se debe calificar sólo el esfuerzo eficaz, debido a que el operario puede aplicar un esfuerzo rápido mal dirigido para incrementar el tiempo de ciclo del estudio.
Condiciones	Hace referencia a las condiciones que afectan al operario y no a la operación, como temperatura, ventilación, luz y ruido.
Consistencia	Hace referencia a los valores de tiempos elementales que se repiten en forma constante.

Fuente: Adaptado de (Niebel & Freivalds, 2009).

Este sistema tiene definida la calificación del operario, la cual se observa en la Tabla 5, para el estudio de tiempos, se ubica cada operación analizada y se califican los cuatro factores de acuerdo con la observación directa realizada a las actividades. Se suman los valores de los cuatro

factores, obtenidos por operación para obtener la calificación del operario, que permite calcular el tiempo normal de la operación.

Tabla 5. Calificación del operario.

Habilidad			Esfuerzo		
+0.15	A1	Superior	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Superior	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Mala	-0.17	F2	Malo
Condiciones			Consistencia		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Bueno	+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Malo	-0.04	F	Mala

Fuente: Adaptado de (Niebel, 2009).

Al obtener cada una de las calificaciones se puede determinar el tiempo normal, que hace referencia al tiempo que un operario estándar requiere para realizar una operación cuando trabaja a paso estándar sin demoras por razones personales o circunstancias inevitables (Niebel & Freidvals, 2009).

$$TN = TO * \frac{C}{100}$$

Ecuación 1. Tiempo Normal

Dónde:

TN = Tiempo normal

TO = Tiempo observado

C = Calificación del desempeño

Adición de suplementos y holguras, tabla ILO

Durante todo el tiempo del día un operario no puede mantener un paso estándar, de acuerdo con Niebel & Freivalds (2009). “Pueden ocurrir tres interrupciones por lo que se debe asignar tiempo extra, la primera son interrupciones personales, como viajes al baño y a tomar agua, la segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. Y la tercera son retrasos inevitables como problemas con la herramienta, por lo cual se establece la siguiente expresión para el tiempo estándar” (p. 343).

$$TE = \frac{TN}{1-holgura}$$

Ecuación 2. Tiempo Estándar

Dónde:

TE= Tiempo estándar

TN= Tiempo normal

Tabla ILO.

La Oficina Internacional del Trabajo de Estados Unidos, *Internacional Labour Office*, ha tabulado el efecto de diversas condiciones de trabajo para llegar a factores de suplemento u holgura adecuados, los cuales, al igual que la calificación del operario, se deben verificar para cada operación analizada en el estudio de tiempos. Luego, se suman las holguras para obtener el porcentaje de suplementos que permiten, con base en el tiempo normal, calcular el tiempo estándar de la operación. La tabla 6, presenta esta tabla de holguras.

Tabla 6. Holguras de las operaciones.

A. Holguras constantes	
1. Holgura personal	5
2. Holgura por fatiga básica	4
B. Holguras variables	
1. Holgura por estar parado	2
2. Holgura por posición anormal:	
a. Un poco incómoda	0
b. Incómoda	2
c. Muy incómoda	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar), peso levantado en lb:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a. Un poco debajo de lo recomendado	0
b. Bastante bajo de lo recomendado	2
c. Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable	0-100
6. Atención cercana:	
a. Trabajo bastante fino	0
b. Trabajo fino o exacto	2
c. Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido:	
a. Continuo	0
b. Intermitente: fuerte	2
c. Intermitente: muy fuerte	5
d. De tono alto: Fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a. Proceso bastante complejo	1
b. Espacio de atención compleja o amplia	4

c. Muy complejo	8
9. Monotonía:	
a. Baja	0
b. Media	1
c. Alta	4
10. Tedio:	
a. Algo tedioso	0
b. Tedioso	2
c. Muy tedioso	5

Fuente, Adaptado de (Niebel, 2009).

2.3.7 Requerimiento de espacio

Establecer las necesidades de espacio es fundamental a la hora de realizar una distribución de planta. Para el cálculo de los requerimientos de espacio, de acuerdo con Palacios (2009), se utiliza el método de Guerchet que tiene en cuenta tres superficies: estática, gravitacional y de evolución.

Superficie estática (Se).

Corresponde al área de terreno que ocupan las máquinas y equipos.

$$S_e = L \times a \times n \quad \text{Ecuación 3. Superficie estática (Se)}$$

En donde: “L” representa el largo de la máquina, “a” ancho de la máquina y “n” número de máquinas del mismo tipo.

Superficie gravitacional (Sg).

Es el área reservada para el movimiento del trabajador y materiales alrededor del puesto de trabajo.

$$S_g = S_e \times N \quad \text{Ecuación 4. Superficie gravitacional (Sg)}$$

Es importante tener en cuenta que “N” es el número de lados en que la máquina debe ser utilizada.

Superficie de evolución común (Sc).

Es la superficie que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo y de los medios de transporte.

$$S_c = (S_e + S_g) \times K \quad \text{Ecuación 5. Superficie de evolución común (Sc)}$$

Donde “K” es el coeficiente de evolución, que presenta una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos.

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EF}} \quad \text{Ecuación 6. Coeficiente de evolución}$$

Por último, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales.

$$S_T = S_e + S_g + S_c \quad \text{Ecuación 7. Superficie total}$$

2.3.8 Capacidad de producción

De acuerdo con Render & Heizer (2014) “La capacidad es el volumen de producción (*throughput*) o número de unidades que puede alojar, almacenar o producir una instalación en un tiempo específico, por medio de la capacidad también se determina si se cumplirá la demanda o si las instalaciones estarán desocupadas” (p. 298).

Capacidad Real (CR).

Es la máxima tasa posible de producción para un proceso dado el diseño actual de los productos. Se calcula por medio de la ecuación 3:

$$CR = \# \text{ Recursos} * \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{\text{horas}}{\text{días}} * \frac{\text{Unidades}}{\text{hora}} \quad \text{Ecuación 8. Capacidad Real}$$

Recursos = pueden ser número de máquinas o número de operarios

Capacidad efectiva (CE).

Es la mayor tasa de producción razonable que puede lograrse, teniendo en cuenta las pérdidas inherentes al proceso y se calcula por medio de la ecuación 4:

$$CE = CT * \% \text{ eficiencia}$$

Ecuación 9. Capacidad Efectiva

% eficiencia = es la tasa de tiempo productivo del proceso

Capacidad utilizada (CU).

Es la tasa de producción lograda por el proceso, es decir, las unidades que en realidad se produjeron en un período de tiempo y se calcula utilizando la ecuación 5:

$$CU = \text{tasa de producción utilizada en el período}$$

Ecuación 10. Capacidad Utilizada

Eficiencia de la línea (E).

Es la medición de la eficiencia de la planta con los recursos actuales y se calcula según lo indica la ecuación 7:

$$E = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad efectiva}} \quad \text{Ecuación 11. Eficiencia de la Línea}$$

2.3.9 Productividad

La medición de la productividad puede ser bastante directa cuando ésta se mide como unidades producidas por horas-hombre, siendo una medida común de insumo o entrada. (Heizer & Render, 2014). Un ejemplo puede resumirse en la ecuación 8:

$$Productividad = \frac{\# \text{ unidades producidas}}{\text{recursos utilizados}} \quad \text{Ecuación 12. Productividad}$$

Es de notar que dentro de los recursos utilizados se pueden tener: máquinas, operarios, horas de funcionamiento y costos; dependiendo del recurso del cual se quiera conocer la productividad, se calcula la productividad del trabajo con base en la siguiente fórmula (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

$$Productividad \text{ del trabajo} = \frac{\# \text{ unidades producidas}}{\text{Unidad de trabajo}} \quad \text{Ecuación 13. Productividad del trabajo}$$

En esta ecuación la unidad de trabajo hace referencia al recurso que se quiere analizar, por ejemplo, si se quiere analizar el personal, la unidad de trabajo sería: número de operarios x horas del día x días de trabajo en relación con el período de las unidades producidas, esto es, si se están tomando las unidades al mes, al año o a la semana. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

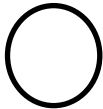
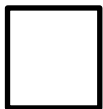
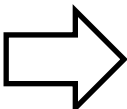

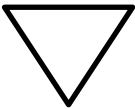
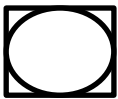
2.4 Marco conceptual

El marco conceptual presenta las herramientas de ingeniería que fueron utilizadas para el desarrollo de los objetivos.

2.4.1 Diagrama de recorrido

Sirve para representar gráficamente la distribución de los edificios y pisos con la ubicación de cada una de las áreas que están involucradas en el proceso de producción. Es muy útil para

Tabla 7. Simbología diagrama de flujo del proceso

Figura	Nombre	Descripción
	Operación	Indica las principales fases del proceso.
	Inspección	Verifica la calidad y/o cantidad.
	Transporte	Indica el movimiento de materiales de un lugar a otro, por lo general no agrega valor.
	Espera	Demora entre dos operaciones.
	Almacenamiento	Guardar bajo vigilancia determinada materia prima, producto en proceso o producto terminado.
	Combinada	Indica varias actividades simultáneas.

Fuente: Adaptación de Render & Heizer, 2014

Diagrama de flujo del proceso Página 1 de 1

Ubicación: Dorben Ad Agency		Resumen				
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros	
Fecha 1-26-98		Operación	4			
Operador: J.S.	Analista: A. F.	Transporte	4			
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Retrasos	4			
Método: <u>Presente</u> Propuesto		Inspección	0			
Tipo: <u>Trabajador</u> Material Máquina		Almacenamiento	2			
Comentarios:		Tiempo (min)				
		Distancia (pies)	340			
		Costo				
Descripción de los eventos	Símbolo		Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método	
Cuarto con la existencia de materiales	○	○	D	□	●	
Hacia el cuarto de recopilación	○	●	D	□	▽	100
Ordenar los estantes por tipo	○	○	●	□	▽	
Ordenar cuatro hojas	●	○	D	□	▽	
Apilar	○	○	●	□	▽	
Hacia el cuarto de doblado	○	●	D	□	▽	20
Empujar, doblar, rayar	●	○	D	□	▽	
Apilar	○	○	●	□	▽	
Colocar la engrapadora	○	●	D	□	▽	20
Poner la grapa	●	○	D	□	▽	
Apilar	○	○	●	□	▽	
Hacia el cuarto del correo	○	●	D	□	▽	200
Colocar la dirección	●	○	D	□	▽	
A la bolsa del correo	○	○	D	□	▽	
	○	○	D	□	▽	
	○	○	D	□	▽	
	○	○	D	□	▽	
	○	○	D	□	▽	
	○	○	D	□	▽	
	○	○	D	□	▽	

Ilustración 5. Diagrama de flujo de proceso.

Fuente: Niebel y Freivalds, 2012

3 Metodología

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación del presente trabajo de grado es descriptivo y analítico, debido a que se detallan las acciones en cuanto a los recorridos que realiza el operario en la empresa, la distribución actual de ésta y los costos asociados al flujo del proceso de producción.

Investigación descriptiva: mediante este tipo de investigación se logró desarrollar la primera etapa del proyecto, donde se analizó el proceso de producción, el flujo del proceso, los recorridos que están involucrados a este proceso y sus distancias y tiempos requeridos en la distribución actual de la planta. De este modo, se conoció cómo funciona, cómo está actualmente y qué necesita la empresa para poder realizar su proceso de fabricación de pantalón para hombre (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010).

Investigación analítica: utilizando este tipo de investigación se pudo interpretar la información que se encontró en el desarrollo del proyecto. Así, se logró proponer soluciones que se relacionen con la variable de estudio (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010).

3.2 Línea de investigación

Teniendo en cuenta los lineamientos definidos por la Universidad El Bosque, para el presente proyecto de grado se manejó la línea de investigación: diseño, gestión e ingeniería de operaciones.

3.3 Método de la investigación

Se utilizaron tanto aspectos cualitativos como cuantitativos durante el desarrollo del proyecto, basándose en los métodos mixtos que permitieran conocer las generalidades de la empresa, su proceso de producción y su distribución.

3.4 Fuentes de información

Para el desarrollo del presente trabajo de grado se manejaron dos fuentes de información, las fuentes primarias y secundarias.

Fuentes primarias: observando la situación actual de la empresa, realizando entrevistas al dueño de la empresa.

Fuentes secundarias: utilizando las fuentes internas como la información que posee la empresa sobre sus ventas y compras de materia prima. También se consultaron fuentes externas como artículos y publicaciones para obtener información que garantizara un adecuado desarrollo del proyecto.

3.5 Procedimiento

Con el fin de cumplir con los objetivos que se plantearon en el presente proyecto, se trabajó bajo el siguiente procedimiento que se dividió en cuatro fases:

Primera fase: recolectar toda la información necesaria que permita conocer y evidenciar la situación actual de la empresa, sus problemas, el proceso de producción que utiliza, su distribución y manejar los conceptos teóricos presentados en el presente proyecto.

Segunda fase: analizar la información recolectada con el fin de utilizar las herramientas de la ingeniería industrial que permiten identificar las problemáticas internas de la empresa.

Tercera fase: identificar las alternativas de solución que permitan mejorar la productividad de la empresa, mediante una distribución que disminuya los recorridos realizados durante el proceso de producción y el tiempo invertido en estos desplazamientos.

Cuarta fase: presentar las conclusiones y las recomendaciones del proyecto.

3.6 Matriz metodológica

A continuación, se presenta la matriz metodológica donde se exponen los objetivos del proyecto y las herramientas, actividades y estrategias que se utilizaron para el cumplimiento de los objetivos presentados en el trabajo de grado. Ver tabla 8.

Tabla 8. Matriz metodológica.

Objetivo	Estrategia	Actividad	Herramienta utilizada
Diagnosticar la situación actual de la empresa Growth Jean's	Realizar visitas frecuentes a la instalación de la empresa, para de esta manera analizar su situación actual, y recolectar la información necesaria para realizar los estudios de tiempos correspondientes, junto con los diagramas de recorrido, utilizando cámara de video y fotográfica.	Observar la situación actual de la empresa llevando nota de los aspectos más relevantes.	-Observación directa. -Diagrama de Ishikawa -Matriz DOFA
		Observar y analizar el proceso de producción de la empresa.	-Diagrama de recorrido. -Toma de tiempos. -Diagrama del flujo del proceso.
		Realizar la medición de los espacios que utiliza la planta.	-Levantamiento de planos de la planta.
Establecer estrategias, herramientas, y técnicas de distribución en planta que permitan la mejora de la productividad de la empresa	Realizar un análisis utilizando la información recolectada en el diagnóstico.	Realizar un análisis de la información recolectada	-Planeación sistemática de Muther -Cálculo de la productividad actual
		Analizar la distribución de planta actual, identificando los problemas que se presentan en el interior de la planta.	-Requerimiento de espacio. -Toma de tiempos.
		Diseñar la propuesta de redistribución	-Microsoft Office. -Heurística ALDEP -Diagramas de Flujo -Diagrama de recorrido. -Planeación sistemática de Muther -Simulación.

Objetivo	Estrategia	Actividad	Herramienta utilizada
Evaluar los costos y los beneficios de la propuesta.	Realizar el análisis costo/beneficio para la propuesta seleccionada.	Investigar y utilizar el tipo de herramientas financieras permiten realizar el análisis costo/beneficio.	Herramientas Financieras de análisis costo/beneficio

Fuente: Elaboración propia, 2018

4 Diagnóstico de la situación actual

El diagnóstico general de la empresa facilitó la identificación de las problemáticas de la planta, por medio de la teoría de la planeación sistemática de Muther y el análisis de los factores de la distribución actual, teniendo en cuenta que ésta última es la teoría más utilizada.

Este capítulo presenta una descripción de las generalidades de la empresa como productos y datos generales, seguido de la descripción del proceso de producción por medio de diagramas de flujo y de recorrido. Posterior, describe la distribución de la planta y exhibe un análisis de los factores que afectan la distribución actual. Por último, se presenta el estudio de tiempos y el cálculo de la productividad actual de la empresa.

4.1 Descripción de la empresa

Growth Jean's es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de pantalones para hombre al por mayor, ubicada en la ciudad de Bogotá. En la tabla 9 se evidencia la información sobre los datos generales de la empresa.

Tabla 9. Datos generales de la empresa

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Dirección	Calle 38d sur # 68d-88
Barrio	Alquería la Fragua
Localidad	Kennedy
Departamento	Cundinamarca
Localización	

Fuente: googlemaps

Fuente. Elaboración propia, 2018

4.1.1 Descripción de productos

Los productos que fabrica la empresa son los jeans para hombre y drill para hombre. En la ilustración 6 se presentan las partes de la prenda.

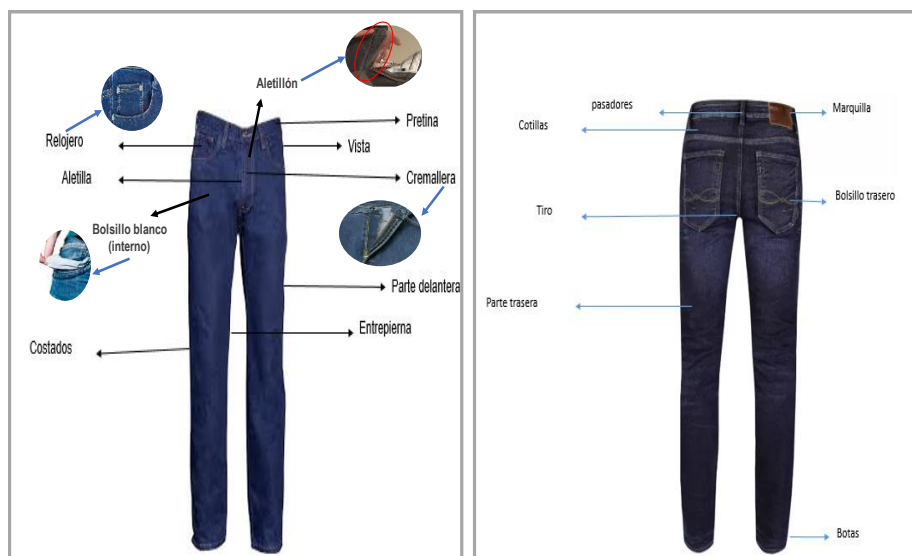










Ilustración 6. Componentes del producto.

Fuente: Elaboración propia, 2018

De acuerdo con lo presentado en la ilustración 6, se explica en la tabla 10 la descripción de cada una de las partes del pantalón.

Tabla 10. Descripción partes de los pantalones

Nombre de la pieza	Descripción	Imagen
Aletillón	Pieza que se une con el delantero izquierdo o manga izquierda del pantalón y lleva pegada por la parte interna la mitad de la cremallera.	
Aletilla	Pieza que se une con el delantero derecho o manga derecha del pantalón y se fija la cremallera en la parte inferior.	
Relojero	Bolsillo pequeño que va en el interior del bolsillo derecho delantero del pantalón.	
Vista	Parte del bolsillo delantero del pantalón que queda pegado a la pierna.	
Bolsillo blanco	Tela interna del bolsillo, o bolsa del bolsillo.	
Pretinas	Tira superior del pantalón a la altura de la cadera donde van pegados los pasadores, ojales y botón.	

Cotillas	Parte intermedia entre la pretina y los bolsillos traseros, en estas generalmente se hacen las pinzas.	
Parches	Adorno del pantalón.	
Parte delantera	Son las partes frontales del pantalón y se componen, delantero izquierdo y delantero derecho	
Parte Trasera	Son las partes traseras del pantalón y se componen, trasero izquierdo y trasero derecho	
Pasadores	Son las tiras pegadas en la pretina, las cuales sostienen generalmente los cinturones	

Fuente. Elaboración propia, 2018

4.2 Descripción del proceso de producción

Se describe en esta segunda parte del diagnóstico el proceso de producción realizado en la empresa para la fabricación de los pantalones de jean o de drill para adultos. Es importante mencionar que la primera línea que existió en la empresa fue la de pantalones de jean para adultos, la cual estaba conformada por dos máquinas planas, una máquina dos agujas, una fileteadora, una cerradora, una empretinadora y una presilladora.

El proceso comienza cuando se recibe la materia prima principal, la cual llega en rollos de tela que son almacenados debajo de la mesa de corte. Luego, la tela se extiende sobre la mesa donde se dibujan los moldes para realizar los cortes correspondientes según la talla del pantalón. Seguido, se realiza el corte de los elementos del pantalón, tanto de la parte delantera como la parte trasera del pantalón.

Posterior, se pasa a la etapa de confección donde se realizan los bolsillos, y se arma la prenda cosiendo la parte de adelante del pantalón, es decir la parte de las rodillas y bolsillos delanteros y la parte de atrás de forma paralela.

Continúa con la unión de la parte posterior y delantera para poder pretinar (parte de la cadera del pantalón), presillar (coser los pasadores que sostienen la correa) y rematar el pantalón, es decir, remover los hilos y las costuras que quedaron a la vista para brindar un mejor acabado. Aquí se revisa que los bolsillos tengan una profundidad adecuada, esto es, hasta la muñeca.

También se verifica que las mangas o piernas tengan el mismo largo y ancho y se chequea que la cremallera funcione correctamente. Por último, el pantalón es planchado, doblado y empacado en bultos que son ubicados en el área de almacenamiento del primer piso para ser despachados a los locales de ventas de la empresa.

El proceso de fabricación se presenta gráficamente en el diagrama de bloques del proceso que se observa en la ilustración 7 donde los colores representan cada proceso para ayudar a su distinción a lo largo del documento.

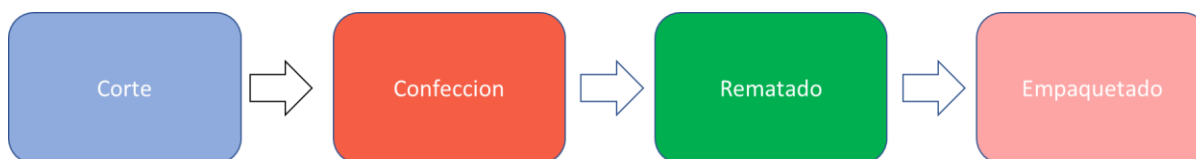


Ilustración 7. Diagrama de bloques proceso de producción.

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.2.1 Diagrama de flujo

Se realizó el diagrama de flujo de proceso en las diversas áreas de producción pasando por los cuatro procesos mencionados anteriormente mediante el diagrama de bloques del proceso. De acuerdo con lo anterior, la ilustración 8 presenta el diagrama de flujo actual de corte de producción de la empresa *Growth Jean's* siguiendo al operario.

						Resumen			
Ubicación: Growth Jeans						Presente			
Actividad: Proceso de Corte		Evento		No.	T (min)	Dist. (mts)			
Fecha: 09/08/2018		Operación		10	12,027				
Operador: Camila Sanchez		Transporte		2	3,150	16,39			
Analistas: Johan Vega, Mauricio Sanabria, Oscar Guío		Retrasos		0					
Metodo: Presente		Inspeccion		1	1,422				
Tipo: Trabajador		Almacen.		0					
Comentarios:		Total Tiempo (min)		16,598					
		Total Distancia (mts)		16,39					
NO.	Descripcion	Simbolo				T (min)	Dist. (mts)	Observaciones	
1	Llevar tela a la mesa	○	□	D	→	▽	1,00	5,83	
2	Tender la tela	●	□	D	→	▽	2,17		
3	Ubicar moldes en tela	●	□	D	→	▽	1,50		
4	Cortar delanteros	●	□	D	→	▽	1,00		
5	Cortar traseras	●	□	D	→	▽	0,76		
6	Cortar aletilla	●	□	D	→	▽	0,79		
7	Cortar aletillon	●	□	D	→	▽	0,86		
8	Cortar relojero	●	□	D	→	▽	0,92		
9	Cortar bolsillos	●	□	D	→	▽	1,04		
10	Cortar pretina	●	□	D	→	▽	1,45		
11	Amarrar piezas cortadas	●	□	D	→	▽	1,54		
12	Verificar cortes	○	■	D	→	▽	1,42		
13	Llevar piezas al almacenamiento	○	□	D	→	▽	2,15	10,56	
Total		10	1	0	2	0	16,60	16,39	

Ilustración 8. Diagrama de flujo de proceso de corte.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Al observar el diagrama se encuentra que se requieren 16.60 minutos (0.28 horas) para producir un lote de 10 pantalones de jeans para adultos y un recorrido de 16,39 metros para el operario durante todo el proceso de corte.

La ilustración 9 presenta el diagrama de flujo actual de confección de producción de la empresa *Growth Jean's*.

Ubicación: Growth Jeans Actividad: Proceso de Confección Fecha: 09/08/2018 Operador: Rodrigo Mora Analistas: Johan Vega, Mauricio Sanabria, Oscar Guío Metodo: Presente Tipo: Trabajador Comentarios:					Resumen				
					Evento	Presente			
						No.	T (min)	Dist. (mts)	
					Operación	25	50,134		
					Transporte	17	39,55	62,69	
					Retrasos	2	3,68		
					Inspeccion	0	0,000		
					Almacen.	0	0		
					Total Tiempo (min)		93,36		
					Total Distancia (mts)		62,69		
NO.	Descripcion	Simbolo				T (min)	Dist. (mts)	Observaciones	
1	Llevar piezas a fileteadora	○	□	D	→	2,03	7,14		
2	Filetear piezas	●	□	D	→	4,01	-		
3	Llevar aletilla, aletillon y manga delantera a maquina plana	○	□	D	→	0,95	3		
4	Pegar cremallera a aletilla	●	□	D	→	2,33	-		
5	pegar aletilla a la manga delantera derecha	●	□	D	→	2,43			
6	Pegar cremallera al aletillon	●	□	D	→	3,50			
7	Pegar aletillon a la manga delantera izquierda	●	□	D	→	3,17			
8	Llevar relojero, vista, bolsillo blanco a plana	○	□	D	→	0,65	2,56		
9	Dobladillar relojero	●	□	D	→	1,51	-		
10	Pegar relojero a vista	●	□	D	→	1,50			
11	Pegar bolsillo a delantero	●	□	D	→	2,20	-		
12	Pegar vistas a bolsillo	●	□	D	→	1,45			
13	Pespuntar bolsillo	●	□	D	→	3,00			
14	Esperar para ensamble	○	□	D	→	6,67			
15	Llevar cotilla y traseros a dos agujas	○	□	D	→	1,90	3,13		
16	Pegar cotilla a traseros	●	□	D	→	1,50			
17	llevar a cerradora de codo	○	□	D	→	0,76	2,61		
18	Cerrar tiro trasero	●	□	D	→	2,26			
19	Llevar trasero a maquina plana	○	□	D	→	0,80	2,61		
20	Llevar parches a maquina plana	○	□	D	→	1,40	2,56		
21	dobladillar parche	●	□	D	→	4,17			
22	Parchar	●	□	D	→	1,92			
23	Llevar trasero a cerradora	○	□	D	→	1,25	2,61		
24	Llevar delantero a cerradora	○	□	D	→	1,13	3,76		
25	Unir entrepierna	●	□	D	→	1,48			
26	Unir costados	●	□	D	→	1,08			
27	Llevar a plana	○	□	D	→	0,65	2,61		
28	Pespuntar entrepierna	●	□	D	→	1,03			
29	Asentar constados	●	□	D	→	0,93			
30	Esperar ensamble	○	□	D	→	2,83			
31	Llevar pretina de fileteadora a plana	○	□	D	→	0,87	3,69		
32	Hechura de pretina	●	□	D	→	2,25			
33	Llevar pretina a empretinadora	○	□	D	→	1,20	3,75		
34	Llevar jean unido a pretinadora	○	□	D	→	1,40	3,75		
35	Empretinar	●	□	D	→	2,00			
36	Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	○	□	D	→	0,77	4,5		
37	Hacer pasadores	●	□	D	→	2,83			
38	Llevar a plana	○	□	D	→	1,33	3,3		
39	Hacer puntas de pretina	●	□	D	→	5,28			
40	Pespuntar pretina	●	□	D	→	5,00			
41	Hacer bota	●	□	D	→	3,70			
42	Llevar a presilladora	○	□	D	→	2,05	5,55		
43	Ojalar	●	□	D	→	2,50			
44	Llevar a almacen producto en proceso	○	□	D	→	1,67	6		
Total		25	0	2	17	0	93,36	62,69	

Ilustración 9. Diagrama de flujo de proceso de confección.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Relacionado al diagrama anterior se nota que es necesario 93.36 minutos (1.55 horas) para producir un lote de 10 pantalones de jeans para adultos y un recorrido de 62.69 metros para el operario durante todo el proceso de confección.

La ilustración 10 presenta el diagrama de flujo actual de rematado de producción de la empresa *Growth Jean's*.

							Resumen		
Ubicación: Growth Jeans							Presente		
Actividad: Proceso de Rematado		Evento					No.	T (min)	Dist. (mts)
Fecha: 09/08/2018		Operación					3	25,385	
Operador: Edison Perez		Transporte					3	5,00	28
Analistas: Johan Vega, Mauricio Sanabria, Oscar Guío		Retrasos					0	0,00	
Metodo: Presente		Inspeccion					0		
Tipo: Trabajador		Almacen.					1	0,90	
Comentarios:		Total Tiempo (min)						31,29	
		Total Distancia (mts)						28	

NO.	Descripcion	Simbolo					T (min)	Dist. (mts)	Observaciones
1	Llevar jean en proceso a la tachadora	○	□	◇	→	▽	1,73	27	
2	Colocar taches	●	□	◇	→	▽	10,01	-	
3	Botonar	●	□	◇	→	▽	7,50	-	
4	Llevar jean a la mesa de corte	○	□	◇	→	▽	2,40	2	
5	Despeluzar prenda	●	□	◇	→	▽	7,88	-	
6	Llevar jean a almacenamiento	○	□	◇	→	▽	0,87	2	
7	Almacenar	○	□	◇	→	▽	0,90		
Total		3	0	0	3	1	31,29	28	

Ilustración 10. Diagrama de flujo de proceso de rematado.

Fuente: Elaboración propia, 2018

En cuanto al rematado, este proceso se lleva a cabo en 31.29 minutos (0.55 horas) para producir un lote de 10 pantalones de jeans para adultos y un recorrido de 31 metros para el operario durante todo el proceso.

La ilustración 11 presenta el diagrama de flujo actual de empaque de producción de la empresa *Growth Jean's*.

		Resumen			
		Evento	Presente		
			No.	T (min)	Dist. (mts)
Ubicación: Growth Jeans		Operación	5	9,963	
Actividad: Proceso de empaque		Transporte	4	2,45	10
Fecha: 09/08/2018		Retrasos	0	0,00	
Operador: Edison Perez		Inspeccion	1	3,010	
Analistas: Johan Vega, Mauricio Sanabria, Oscar Guío		Almacen.	1	2,60	
Metodo: Presente		Total Tiempo (min)		18,02	
Tipo: Trabajador		Total Distancia (mts)		10	
Comentarios:					

NO.	Descripcion	Simbolo					T (min)	Dist. (mts)	Observaciones
1	Llevar jean a plancha	○	□	→	→	▽	0,27	1	
2	Ubicar prenda en la máquina	●	□	→	→	▽	0,90	-	
3	Planchar	●	□	→	→	▽	2,80	-	
4	Llevar jean a la mesa	○	□	→	→	▽	0,59	2	
5	Doblar jean	●	□	→	→	▽	1,02	-	
6	Llevar jean a mesa de empaque	○	□	→	→	▽	0,91	4	
7	Colocar garra	●	□	→	→	▽	2,33	-	
8	Verificar pantalon	○	■	→	→	▽	3,01	-	
9	Empacar	●	□	→	→	▽	2,90	-	
10	Llevar producto terminado a estante	○	□	→	→	▽	0,68	3	
11	Almacenar	○	□	→	→	▽	2,60	-	
Total		5	1	0	4	1	18,02	10	

Ilustración 11. Diagrama de flujo de proceso de empaque.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se observa que se requieren 18.02 minutos (0.30 horas) para producir un lote de 10 pantalones de jeans para adultos y un recorrido de 10 metros para el operario durante todo el proceso de empaque.

De acuerdo con las ilustraciones 8, 9, 10 y 11, el proceso total, es decir el corte, la confección, el rematado y empaque, para producir 10 pantalones tiene un tiempo de ciclo total de 159.06 minutos. Aunque es importante reconocer que la confección es el cuello de botella, pues el tiempo del ciclo sin este percance sería de 93.36 minutos (9.33 minutos por pantalón), equivalente a 1.55 horas (0,15 horas por pantalón) del total de actividades dentro del proceso, el 19,72% son transportes, que representan 31.41 minutos.

4.2.2 Estudio de tiempos

La empresa no cuenta con un estudio de tiempos por lo cual fue necesario realizarlo para la línea principal de productos, donde se encuentra el pantalón de jean, con el fin de conocer la duración total del ciclo para producir una orden de producción. A continuación, se presentan las metodologías y consideraciones aplicadas en el estudio:

- Para realizar el estudio de tiempo las operaciones del proceso fueron divididas en elementos y teniendo en cuenta no omitir ningún recorrido de los operarios.
- Se agruparon las actividades en procesos: corte, confección, rematado y empaque con el fin de facilitar la presentación de los resultados.
- Para obtener un registro completo de todo el periodo de observación teniendo en cuenta los recorridos que tiene que realizar el operario con las partes del pantalón, los tiempos se registran bajo la técnica del método continuo que se refiere a que se toma el tiempo de cada actividad seguido hasta que se termine el proceso de producción.
- La calificación de los operarios se estableció considerando los factores manejados en el sistema de calificación Westinghouse, con el fin de evaluar el desempeño del operario. Es importante tener en cuenta que el factor de desempeño se generalizó para las diferentes operaciones debido a que los operarios manejan tipo de máquinas similares en las cuales utilizan la habilidad en sus manos, estableciendo una calificación de 1,04 cuyo cálculo se presentan en el Anexo A.
- Los suplementos fueron determinados de acuerdo con holguras de la ILO -Ver Anexo B- y se tomaron para cada actividad general del proceso.

Para calcular el número de muestras a tomar de cada operación, se tomó la tabla de la General Electric (Ver tabla 3) relacionada en el marco teórico. Allí se indicó que para un tiempo de ciclo en minutos por cada pieza se toman el número de ciclos a realizar. Para el caso de la empresa el tiempo de ciclo por pieza se encuentra entre 0,50 y 0,65 minutos, por lo cual se tomó un valor de 50 ciclos.

Siendo así, se tomaron 50 muestras para cada operación, inspección, espera, almacenamiento y transporte de todo el proceso de producción y se obtuvieron los tiempos estándar de fabricación de la orden de producción en la línea de pantalones de jeans para adultos.

Es importante aclarar, que el estudio de tiempos se realizó para la fabricación de lotes de 10 pantalones durante los 4 procesos identificados en el diagrama de bloques: corte, confección, rematado y empaque. El estudio completo se presenta en el anexo C y el resumen de los tiempos del proceso de corte se presenta en la tabla 11.

Tabla 11. Resumen del estudio de tiempos -corte-.

Corte		
No	Proceso	Tiempo estándar (min / 10 pantalones)
1	Llevar tela a la mesa	1
2	Tender la tela	2,17
3	Ubicar moldes en tela	1,5
4	Cortar delanteros	1
5	Cortar traseras	0,76
6	Cortar aletilla	0,79
7	Cortar aletillón	0,86
8	Cortar relojero	0,92
9	Cortar bolsillos	1,04
10	Cortar pretina	1,45
11	Amarrar piezas cortadas	1,54
12	Verificar cortes	1,42

Corte		
No	Proceso	Tiempo estándar (min / 10 pantalones)
13	Llevar piezas al almacenamiento	2,15
Total		16,6
Total transportes		3,15

Fuente. Elaboración propia, 2018

El tiempo de ciclo del proceso de corte para fabricar 10 pantalones es de 16.60 minutos equivalente a 0,26 horas, de las cuales 3,15 minutos son tiempos de transportes, es decir un 19% del proceso en actividades improductivas.

Ahora se muestra en la tabla 12 el resumen de los tiempos del proceso de confección.

Tabla 12. Resumen del estudio de tiempos -confección-.

Confección		
No	Proceso	Tiempo estándar (min / 10 pantalones)
1	Llevar piezas a fileteadora	2,03
2	Filetear piezas	4,01
3	Llevar aletilla, aletillón y manga delantera a máquina plana	0,95
4	Pegar cremallera a aletilla	2,33
5	pegar aletilla a la manga delantera derecha	2,43
6	Pegar cremallera al aletillón	3,5
7	Pegar aletillón a la manga delantera izquierda	3,17
8	Llevar relojero, vista, bolsillo blanco a plana	0,65
9	Dobladillar relojero	1,51
10	Pegar relojero a vista	1,5
11	Pegar bolsillo a delantero	2,2
12	Pegar vistas a bolsillo	1,45
13	Pespuntar bolsillo	3
14	Esperar para ensamble	6,67
15	Llevar cotilla y traseros a dos agujas	1,9
16	Pegar cotilla a traseros	1,5
17	Llevar a cerradora de codo	0,76
18	Cerrar tiro trasero	2,26

Confección		
No	Proceso	Tiempo estándar (min / 10 pantalones)
19	Llevar trasero a máquina plana	0,8
20	Llevar parches a máquina plana	1,4
21	Dobladillar parche	4,17
22	Parchar	1,92
23	Llevar trasero a cerradora	1,25
24	Llevar delantero a cerradora	1,13
25	Unir entrepierna	1,48
26	Unir costados	1,08
27	Llevar a plana	0,65
28	Pespuntar entrepierna	1,03
29	Asentar constados	0,93
30	Esperar ensamble	2,83
31	Llevar pretina de fileteadora a plana	0,87
32	Hechura de pretina	2,25
33	Llevar pretina a empretinadora	1,2
34	Llevar jean unido a empretinadora	1,4
35	Empretinar	2
36	Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	0,77
37	Hacer pasadores	2,83
38	Llevar a plana	1,33
39	Hacer puntas de pretina	5,28
40	Pespuntar pretina	5
41	Hacer bota	3,7
42	Llevar a presilladora	2,05
43	Ojalar	2,5
44	Llevar a almacén producto en proceso	1,67
Total		93,36
Total transportes		20,81
Total esperas		9,5

Fuente. Elaboración propia, 2018

Se halló que el ciclo del proceso de confección para fabricar 10 pantalones es de 93.36 minutos, equivalente a 1.55 horas, de las cuales 20.81 minutos son tiempos de transportes. Es decir, un 22% del tiempo del proceso, 9.50 minutos son destinados a esperas, en otras palabras, el 10%, para un total del 32% del tiempo en transportes y esperas.

A continuación, se muestra en la tabla 13 el resumen de los tiempos del proceso de rematado.

Tabla 13. Resumen del estudio de tiempos -rematado-.

Rematado		
No	Proceso	Tiempo estándar (min/ 10 pantalones)
1	Llevar jean en proceso a la tachadora	1,73
2	Colocar taches	10,01
3	Botonar	7,5
4	Llevar jean a la mesa de corte	2,4
5	Despeluzar prenda	7,88
6	Llevar jean a almacenamiento	0,87
7	Almacenar	0,9
Total		31,29
Total transportes		5

Fuente. Elaboración propia, 2018

Se observa un tiempo de ciclo del proceso de rematado para fabricar 10 pantalones es de 31.29 minutos, equivalente a 0.51 horas, de las cuales 5 minutos son tiempos de transportes, esto es, un 16% del proceso.

En la tabla 14, se muestra el resumen de los tiempos del proceso de empaque.

Tabla 14. Resumen del estudio de tiempos -empaque-.

Empaque		
No	Proceso	Tiempo estándar (min / 10 pantalones)
1	Llevar jean a plancha	0,27
2	Ubicar prenda en la máquina	0,9
3	Planchar	2,8
4	Llevar jean a la mesa	0,59
5	Doblar jean	1,02
6	Llevar jean a mesa de empaque	0,91
7	Colocar garra	2,33
8	Verificar pantalón	3,01

Empaque		
No	Proceso	Tiempo estándar (min / 10 pantalones)
9	Empacar	2,9
10	Llevar producto terminado a estante	0,68
11	Almacenar	2,6
Total		18,02
Total transportes		2,45

Fuente. Elaboración propia, 2018

De acuerdo con la tabla anterior, el tiempo de ciclo del proceso de empaque para fabricar 10 pantalones es de 18.02 minutos, equivalente a 0.30 horas, de las cuales 2.45 minutos son tiempos de transportes, es decir un 14% del proceso.

Ahora bien, según la teoría del despilfarro de (Cruelles, 2012) toda actividad que no transforma el material será considerada actividad que no agrega valor, siendo estas las principales fuentes de improductividad. Con base en lo anterior, es de notar que, el tiempo de ciclo o tiempo estándar total para producir una orden de producción (10 pantalones), es decir, la suma de los tiempos de los procesos de corte, confección, rematado y empaque es de 159.27 minutos; aunque teniendo el cuello de botella se tiene un tiempo de ciclo de 93.36 minutos equivalente a 1.55 horas por lote de producción. Esto indica que cada prenda se fabrica en un total de 9.33 minutos o 0,15 horas.

En esa misma línea, se realizó el cálculo del porcentaje de tiempo que los operarios se gastan en recorridos y esperas, tomando para el tiempo total las operaciones del estudio de tiempos y así calcular las horas-hombre que se requieren para la fabricación de los pantalones.

El tiempo total de los recorridos es de 31.41 minutos por orden de producción, lo que indica que los recorridos corresponden al 19.7% del total del tiempo de ciclo por orden de producción

fabricada y el tiempo total para las esperas es de 9.50 minutos, equivalente al 5.96% del tiempo total del ciclo de producción. Esto indica que el 25.7% del tiempo total del ciclo de producción son para recorridos y esperas, generando un alto porcentaje de improductividad.

4.3 Distribución de planta

La planta se ubica en un edificio que cuenta con tres pisos con un área total de 280 m², donde se encuentra tanto el área residencial de los dueños como el área de producción. La zona dedicada a producción de este edificio, que es donde se propone la distribución de planta, tiene un área de 230 m² que equivale al 82,14% del área total de la planta de la empresa. Las ilustraciones 12,13 y 14 evidencian la distribución de la planta.

En el primer piso se encuentra ubicada el área correspondiente a la mesa de corte en donde se almacena la tela, de igual manera, en esta misma área se realiza el proceso de rematado y empaque como se evidencia en la ilustración 12. Adicional a la mesa de corte se encuentra también la bodega de producto terminado y un área de almacenamiento, donde se localiza la plancha industrial; es importante mencionar que no se encuentra anclada al piso, no obstante, debido al peso y a la complejidad que presenta para ser transportada de un lugar a otro, no se modificará su posición. Además, en este piso también se ubica el baño para los empleados y el garaje.

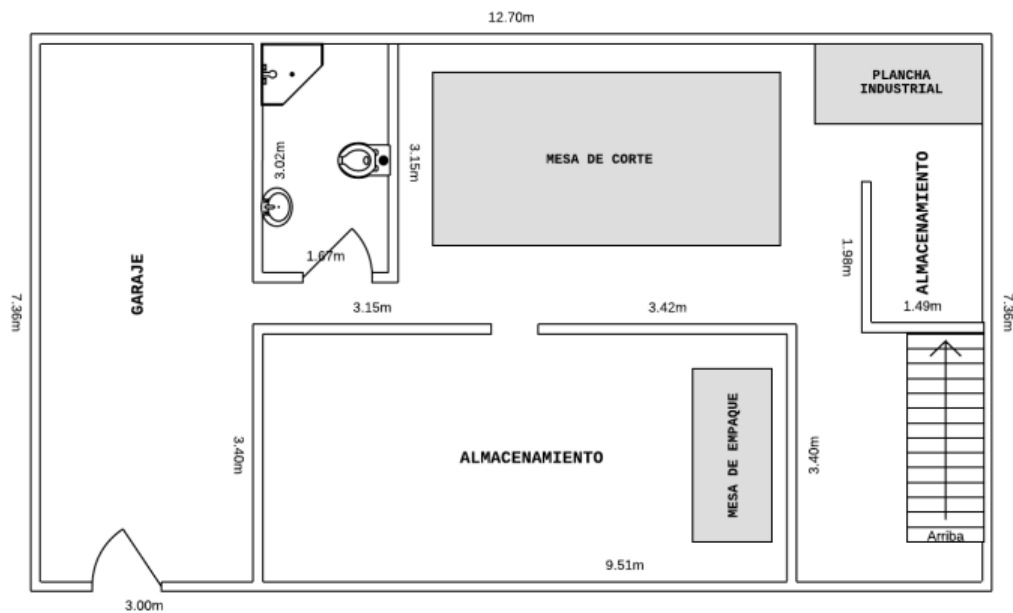


Ilustración 12. Piso 1 de la planta de producción.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

En el segundo piso se encuentra el área de almacenamiento de producto en proceso y la materia prima que se requiere para la fabricación del pantalón, tales como botones, hilos e hilazas, marquillas, cremalleras y ojales; excepto la tela que se almacena en el primer piso. También se encuentran ubicados los baños, la cocina, el área residencial de los dueños de la empresa y las escaleras que dirigen al último piso de la instalación. Ver ilustración 13.

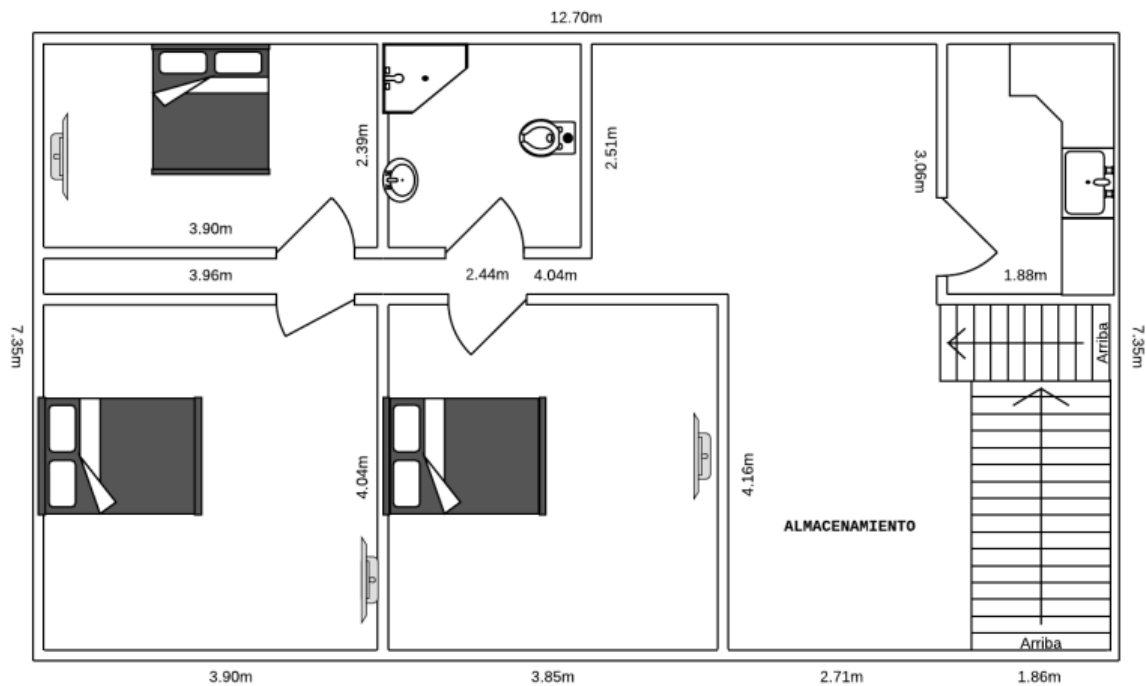


Ilustración 13. Piso 2 de la planta de producción

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

Por último, en el tercer piso está el área de confección donde se ubican las máquinas que realizan el proceso de fabricación, particularmente confección (planas, dos agujas, fileteadoras, empretinadoras y presilladoras). Ver ilustración 14.

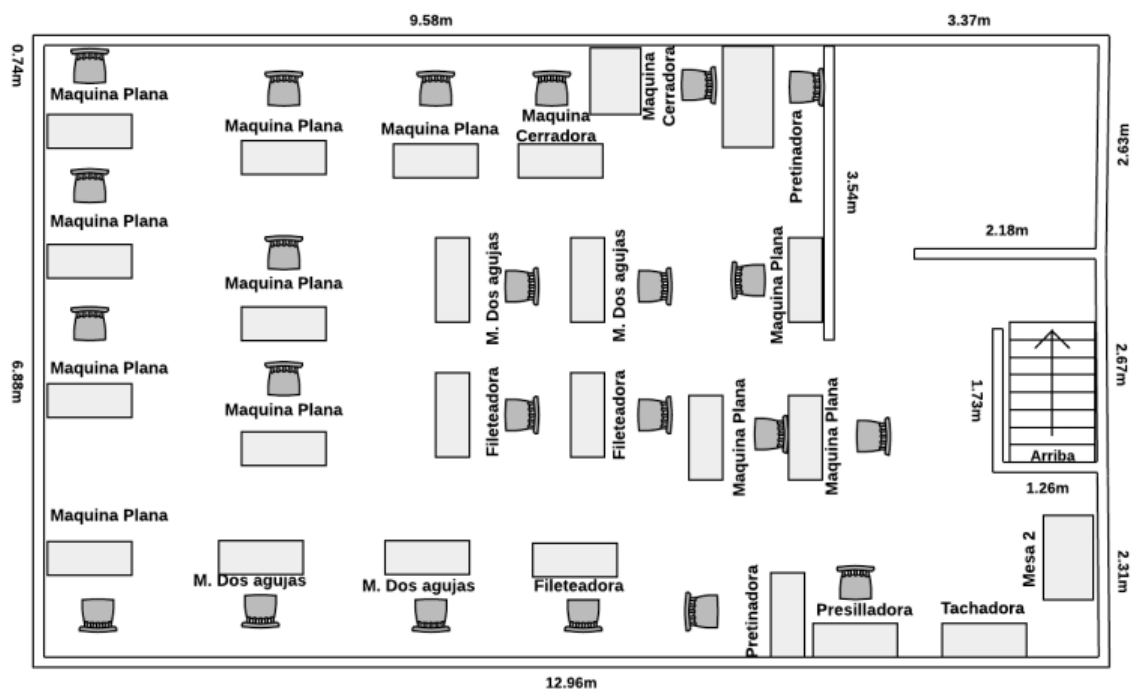


Ilustración 14. Piso 3 de la planta de producción

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

4.3.1 Diagrama de recorrido

Una vez descrita la distribución actual de la planta de producción se presenta el diagrama de recorrido, donde se evidencian los recorridos que se realizan para cada uno de los procesos de producción. Inicia con el diagrama de recorrido para el área de corte, (ver ilustraciones 15 y 16) sigue con el área de confección (Ver ilustraciones 17 y 18), luego el de rematado (Ver ilustraciones 19, 20 y 21) y finalmente el de empaque. (Ver ilustración 22).

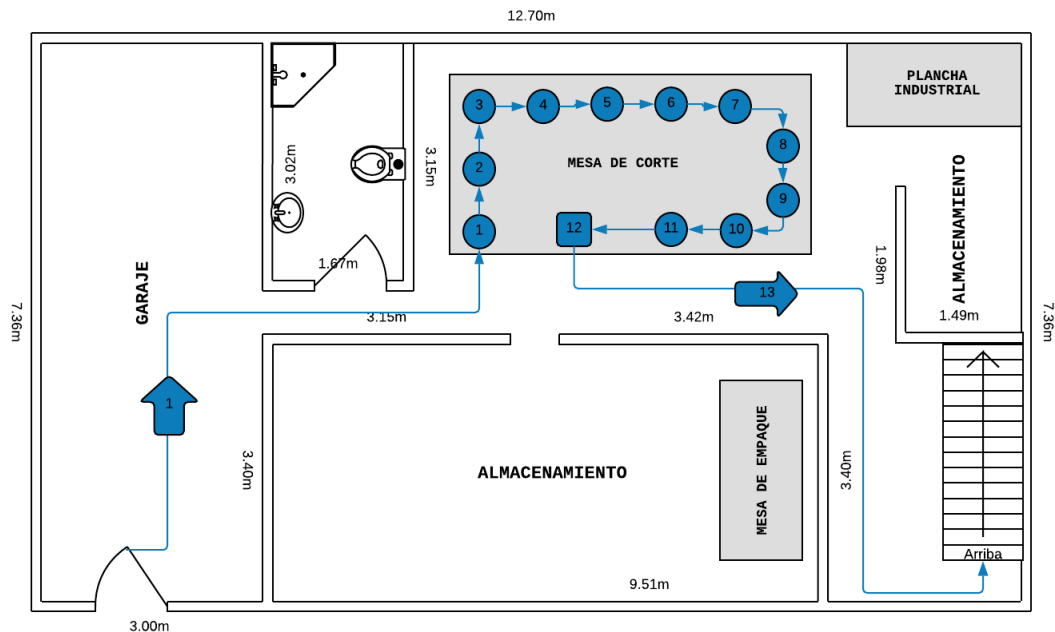


Ilustración 15. Diagrama recorrido corte primer piso

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

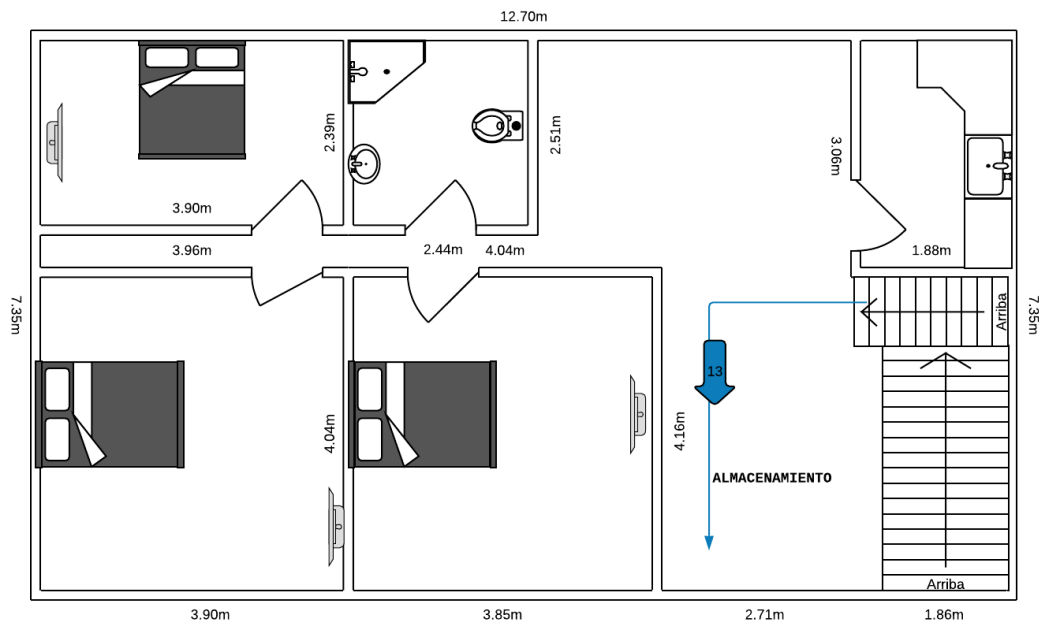


Ilustración 16. Diagrama recorrido corte segundo piso.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

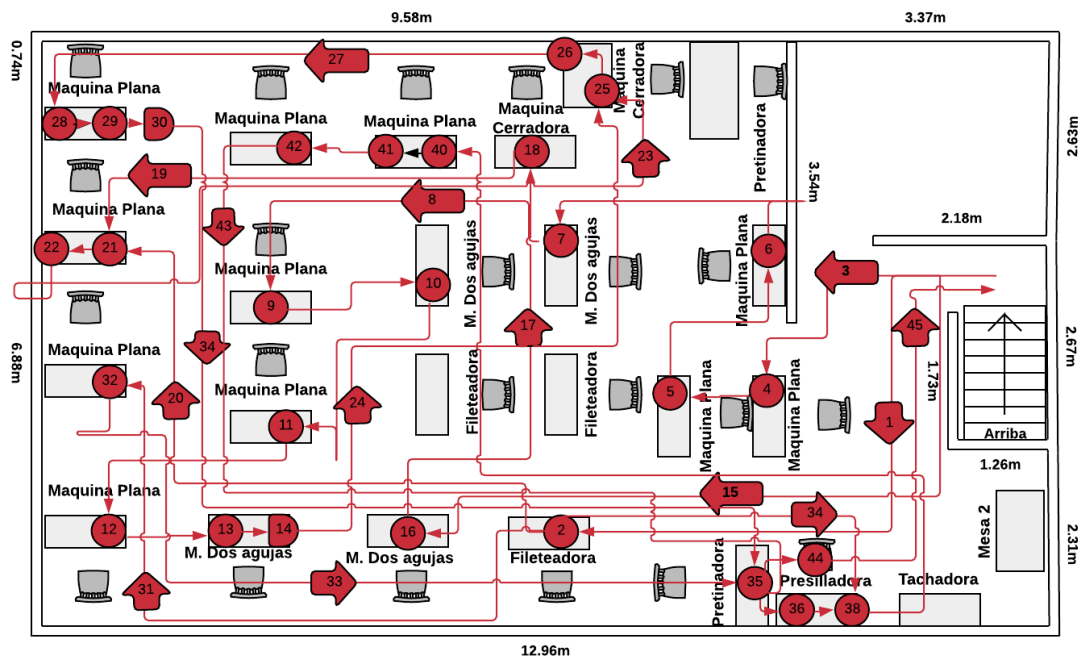


Ilustración 17. Diagrama recorrido confección tercer piso.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

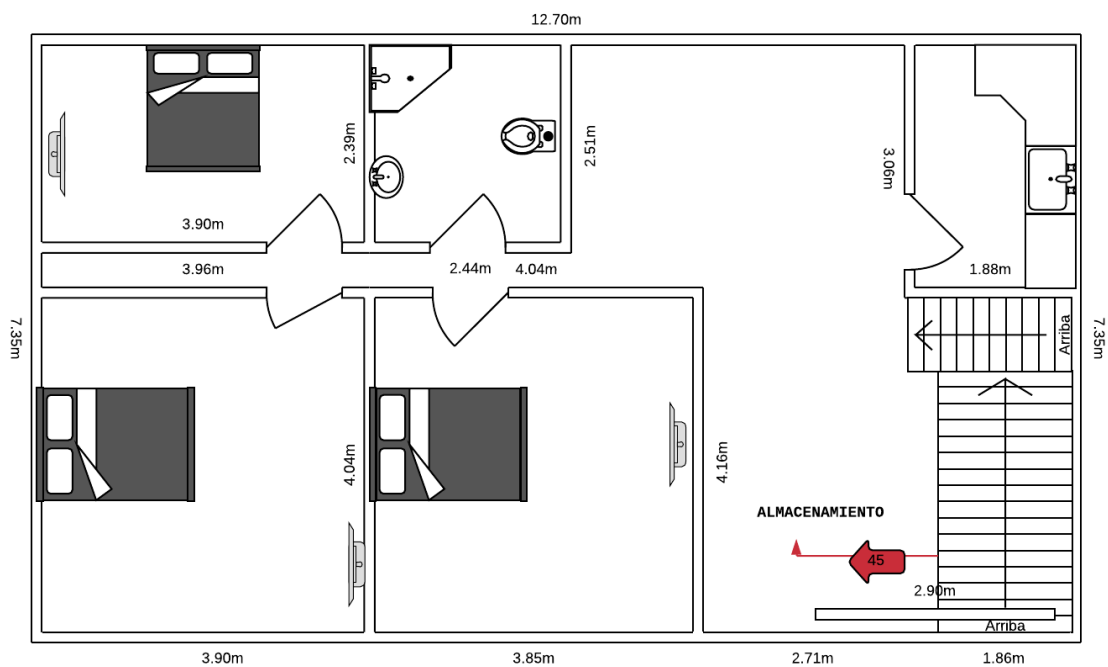


Ilustración 18. Diagrama recorrido Confección segundo piso

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

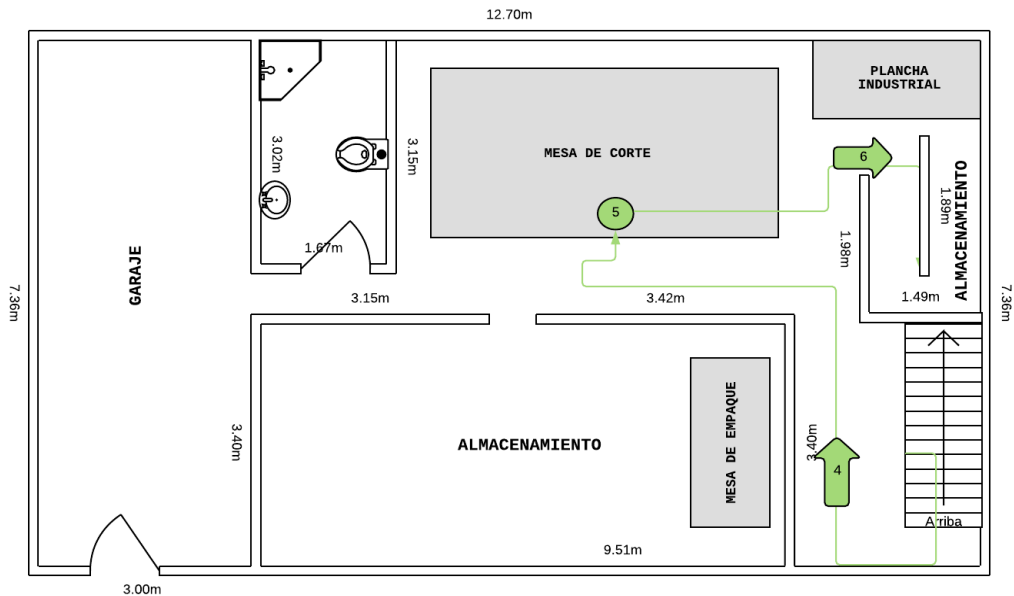


Ilustración 19. Diagrama recorrido Rematado primer piso

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

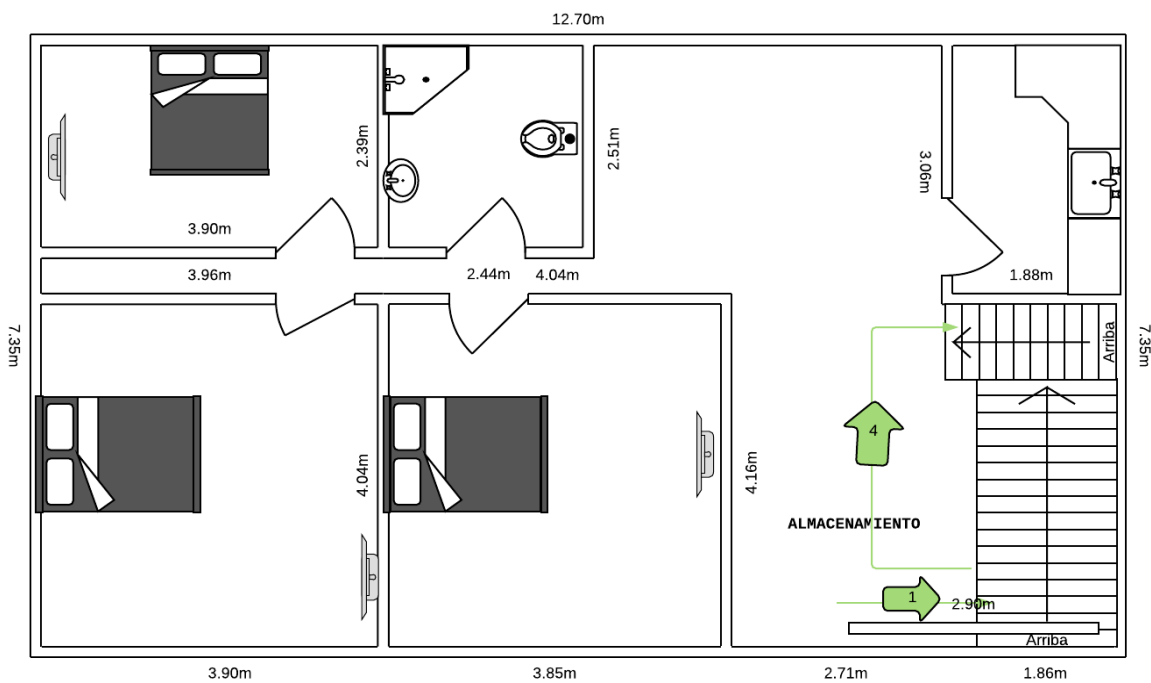


Ilustración 20. Diagrama recorrido Rematado segundo piso

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

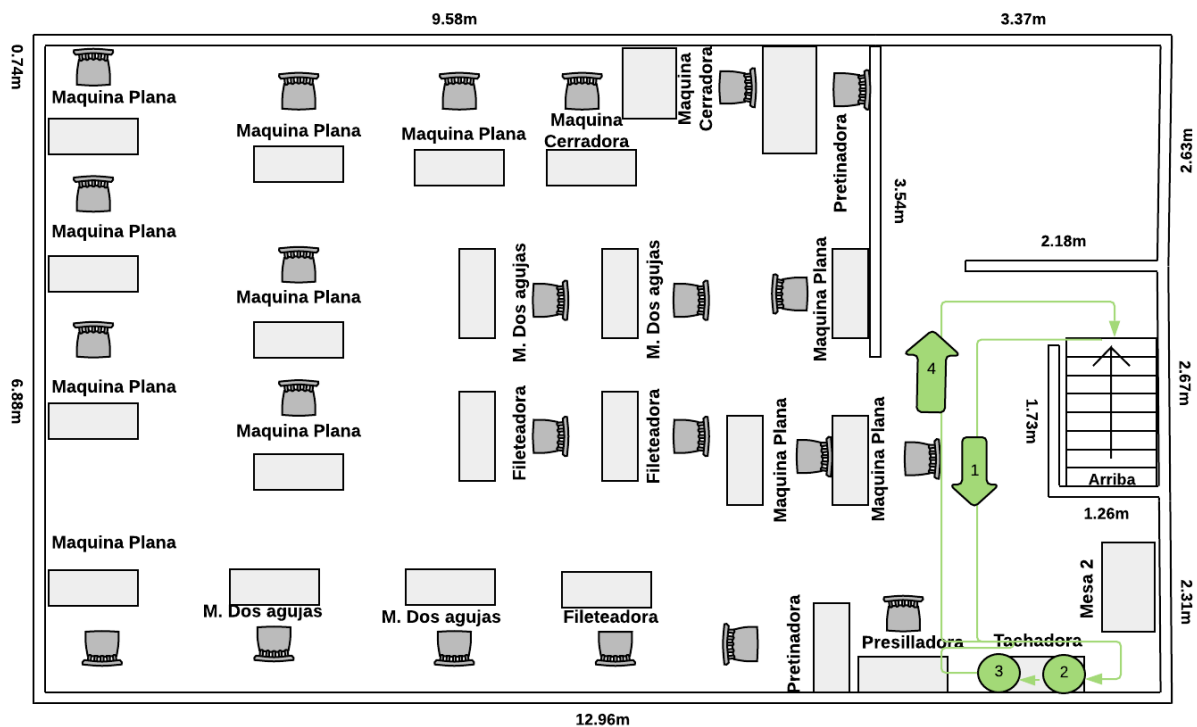


Ilustración 21. Diagrama recorrido Rematado tercer piso.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

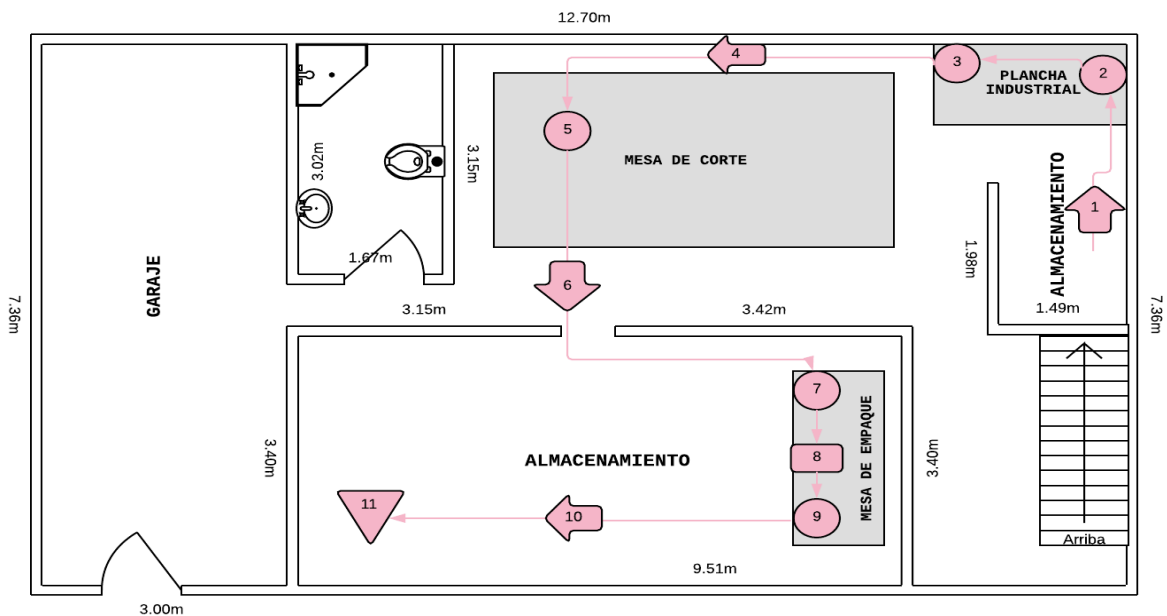


Ilustración 22. Diagrama recorrido Empaque primer piso.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

A través de las ilustraciones se representan los recorridos realizados y los cruces entre operaciones que se deben realizar por la planta de producción para poder fabricar los pantalones. Éstos últimos se encuentran entre 1 y 10,56 metros de distancia, particularmente cuando deben ir de un piso a otro con los materiales.









4.4 Análisis de los factores de Muther

El análisis de los factores de Muther para la distribución permitió indagar sobre aquello que tiene actualmente la planta de producción para, posteriormente, evaluarlo. El diagnóstico de la situación actual incluye un análisis de los 8 factores de Muther, con el fin de evidenciar los mayores problemas y de esta manera sustentar la formulación de la propuesta de distribución de planta de la empresa.

4.4.1 Maquinaria

Para su funcionamiento *Growth Jean's* cuenta con maquinaria que se presenta en la tabla 15, donde se evidencia un total de 8 tipos de máquinas para la fabricación de los productos.

Tabla 15. Maquinaria de la empresa.

Máquina	Imagen	Máquina	Imagen
Máquina Plana		Máquina dos agujas	
Máquina de coser empreñadora		Fileteadora	
Cerradora		Presilladora	
Cortadora de tela		Plancha industrial	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Teniendo en cuenta que la empresa tiene diferentes tipos y marcas de máquinas de coser, en esta labor de la distribución se describen las 26 máquinas para la confección de pantalones y las mesas de corte y empaque, incluyendo su cantidad, lados operables y tipo de funcionamiento, en la tabla 16.

Tabla 16. Máquinas del proceso de producción

Tipo de Máquina	Cantidad	# De lados operables	Anclado al piso	Funcionamiento
Tachadora	1	1	NO	Manual
Cortadora de tela	1	1	NO	Eléctrico
Plana	11	1	NO	Eléctrico
2 agujas	4	1	NO	Eléctrico
Fileteadora	3	1	NO	Eléctrico
Cerradora	2	1	NO	Eléctrico
Empretinadora	2	1	NO	Eléctrico
Presilladora	1	1	NO	Eléctrico
Plancha industrial	1	1	NO	Eléctrico
Total	26			

Fuente. Elaboración propia, 2018

De la misma forma, se describen las funciones de cada una de las máquinas del proceso de confección, junto con la marca, el voltaje que requiere, el ancho, el largo y la velocidad de proceso para poder contar con las dimensiones de cada una y calcular el espacio requerido para su operación (Ver tabla 17).

Tabla 17. Detalle de las máquinas de confección

Máquina	Función	Voltaje	Ancho (m)	Largo (m)	Velocidad
Cortadora de tela	Se encarga de dividir las partes del pantalón, para posteriormente llevarlas al proceso de confección. Marca: Eastman.	110	0,22	0,33	4000 rpm
Tachadora	Se utiliza para colocar el botón y los taches que posee el jean según el estilo. Marca: Se desconoce.	-----	0,20	0,45	----
Plancha industrial	Se encarga de dar el acabado final, haciendo que la prenda se vea recta. Marca:	-----	1,13	1,25	----

Máquina	Función	Voltaje	Ancho (m)	Largo (m)	Velocidad
Plana	Se encarga de respuntar las mangas del pantalón tanto delanteras como traseras, de igual forma se encarga de armar los bolsillos y de coser los bolsillos del pantalón al igual que los parches y las marquillas de esta prenda. Marca: Brother	115-200	0,50	1,205	4500 rpm
2 agujas	Complementa las operaciones de la máquina plana, brindando mejores acabados para la prenda, se utiliza en la parte de los bolsillos delanteros, traseros, y en la parte de cremallera del pantalón. Marca: Brother	200	0,60	1,20	3500 rpm
Fileteadora	Esta máquina se utiliza para unir las dos partes del pantalón, es decir las dos mangas de adelante con las dos mangas traseras, pasando por el fondillo del pantalón. Marca: Yamato	110	0,59	1,20	8000 rpm
Cerradora	Esta máquina se utiliza para cerrar prendas tubulares, es decir juntar las mangas del pantalón tanto delanteras como traseras. Marca: Brother	110	0,46	0,84	4000 rpm
Empretinadora	Esta máquina se utiliza para coser la pretina del pantalón, es decir aquella parte donde va sujeta la correa al pantalón. Marca: Kansai	110-215	0,54	0,84	5000 rpm
Presilladora	Esta máquina se utiliza para poner las presillas del pantalón con el fin de sujetar la correa al pantalón Marca: Brother	110-215	0,46	0,84	3200 rpm

Fuente. Elaboración propia, 2018

Estas máquinas se encuentran ubicadas en el tercer piso de la planta de producción, sin un orden o agrupación por tipo o por proceso.

4.4.2 Mano de obra

La empresa actualmente cuenta con 27 empleados en la planta de producción que se encuentran distribuidos de la siguiente manera: en el proceso de corte 1 operario (4%), en el

proceso de confección (23 operarios); de los cuales 11 operarios trabajan en máquina plana (41%), 4 operarios en máquina dos agujas (15%), 2 operarios en máquina cerradora (7%), 3 operarios en máquina fileteadora (11%), 2 operarios en máquina empretinadora (7%) y 1 operario en maquina presilladora (4%). En el proceso de rematado hay 2 operarios (7%) y en el proceso de empaque solo 1 operario (4%). Es necesario añadir que si los operarios de los procesos de corte y rematado se encuentran desocupados sirven de soporte para el proceso de empaclado. A continuación, se presenta la distribución porcentual en la ilustración 23:

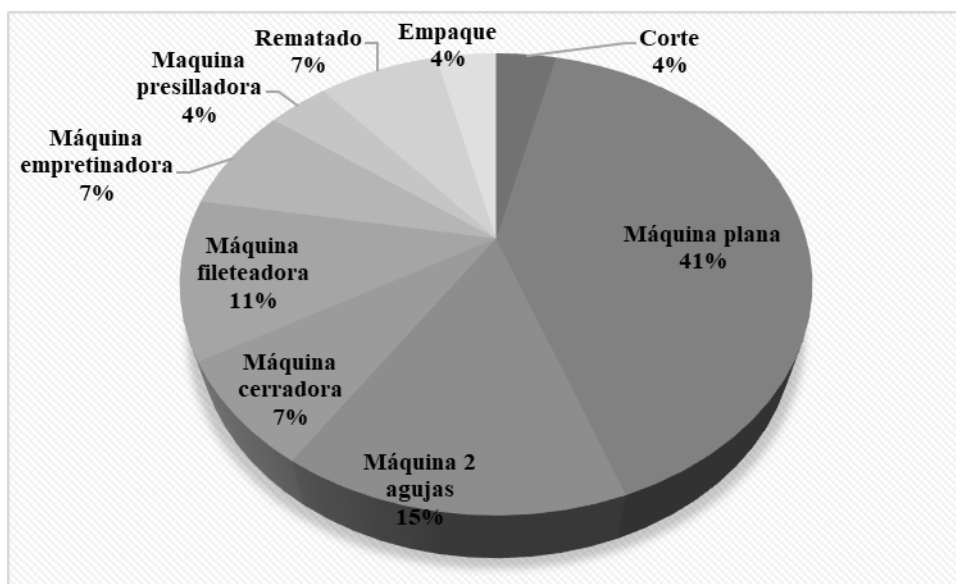


Ilustración 23. Distribución de los empleados actuales de la planta.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

4.4.3 Materiales

La principal materia prima de la fabricación de productos en *Growth Jean's* son los rollos de tela que llegan de 44 a 113 metros de tela disponible para ser cortada y que tienen un peso de aproximadamente 40 a 50 kg por rollo en paquetes de un metro y medio de alto con radio de medio metro. También se compran los hilos e hilazas, parches, marquillas, etiquetas, cremalleras y botones. En la ilustración 24 está la descripción general de las materias primas.



Ilustración 24. Materias primas de la empresa.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los operarios son quienes reciben estos materiales y los almacenan en el segundo piso. Conviene subrayar que la cantidad de los materiales, como hilos, hilazas y tela, varían dependiendo de la talla del pantalón. Estos materiales se compran al por mayor con el fin de disminuir costos de compra y son solicitados mensualmente, aproximadamente llegan entre 5 a 11 rollos de tela por pedido. Los parches llegan en bolsas de 1 kilo, al igual que las etiquetas. Los botones llegan en bultos, las cremalleras llegan en bolsas de 2 kilos y los hilos e hilazas llegan en cajas que pesan alrededor de 8 kg. La tabla 18 describe los materiales, sus cantidades y la frecuencia de compra.

Tabla 18. Frecuencia de compra de los materiales.

Material e insumo	Formato	Periodicidad
Tela	5 a 11 Rollos	Mensual
Hilo	Cajas de 8 kilos	Mensual
Botón	Bultos de 5 kilos	Mensual
Cremallera	Cajas de 2 kilos	Mensual
Etiquetas	Bolsas de 1 kilo	Mensual
Parches	Bolsas de 1 kilo	Mensual

Material e insumo	Formato	Periodicidad
Marquillas	Bolsas de 1 kilo	Mensual

Fuente. Elaboración propia, 2018

Actualmente el costo por movilizar material en la empresa por día suma \$35.993 teniendo en cuenta que se realiza el movimiento de material tal como se presenta en la tabla 19.

Tabla 19. Costo de mover el material en la distribución actual

Proceso	ACTIVIDAD	Tiempo (min)	# veces/día	Total min	Total Horas	Valor Hora	Costo Manejo Material
Corte	Llevar tela a la mesa	1,00	11	11,00	0,18	\$ 6.250	\$ 1.146
Corte	Llevar piezas al almacenamiento	2,15	11	23,65	0,39	\$ 6.250	\$ 2.464
Confección	Llevar piezas a fileteadora	2,03	11	22,33	0,37	\$ 6.250	\$ 2.326
Confección	Llevar aletilla, aletillon y manga delantera a máquina plana	0,95	11	10,45	0,17	\$ 6.250	\$ 1.089
Confección	Llevar relojero, vista, bolsillo blanco a plana	0,65	11	7,15	0,12	\$ 6.250	\$ 745
Confección	Llevar cotilla y traseros a dos agujas	1,90	11	20,90	0,35	\$ 6.250	\$ 2.177
Confección	llevar a cerradora de codo	0,76	11	8,36	0,14	\$ 6.250	\$ 871
Confección	Llevar trasero a máquina plana	0,80	11	8,80	0,15	\$ 6.250	\$ 917
Confección	Llevar parches a máquina plana	1,40	11	15,40	0,26	\$ 6.250	\$ 1.604
Confección	Llevar trasero a cerradora	1,25	11	13,75	0,23	\$ 6.250	\$ 1.432
Confección	Llevar delantero a cerradora	1,13	11	12,47	0,21	\$ 6.250	\$ 1.299
Confección	Llevar a plana	0,65	11	7,15	0,12	\$ 6.250	\$ 745
Confección	Llevar pretina de fileteadora a plana	0,87	11	9,57	0,16	\$ 6.250	\$ 997
Confección	Llevar pretina a empretinadora	1,20	11	13,20	0,22	\$ 6.250	\$ 1.375
Confección	Llevar jean unido a pretinadora	1,40	11	15,40	0,26	\$ 6.250	\$ 1.604
Confección	Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	0,77	11	8,43	0,14	\$ 6.250	\$ 878
Confección	Llevar a plana	1,33	11	14,67	0,24	\$ 6.250	\$ 1.528
Confección	Llevar a presilladora	2,05	11	22,55	0,38	\$ 6.250	\$ 2.349
Confección	Llevar a almacén producto en proceso	1,67	11	18,33	0,31	\$ 6.250	\$ 1.910
Rematado	Llevar jean en proceso a la tachadora	1,73	11	19,03	0,32	\$ 6.250	\$ 1.982
Rematado	Llevar jean a la mesa de corte	2,40	11	26,40	0,44	\$ 6.250	\$ 2.750

Rematado	Llevar jean a almacenamiento	0,87	11	9,57	0,16	\$ 6.250	\$ 997
Empaque	Llevar jean a plancha	0,27	11	2,97	0,05	\$ 6.250	\$ 309
Empaque	Llevar jean a la mesa	0,59	11	6,46	0,11	\$ 6.250	\$ 673
Empaque	Llevar jean a mesa de empaque	0,91	11	10,06	0,17	\$ 6.250	\$ 1.048
Empaque	Llevar producto terminado a estante	0,68	11	7,48	0,12	\$ 6.250	\$ 779
Total							\$ 35.993

4.4.4 Edificio

La empresa cuenta con una sola planta de producción con las siguientes especificaciones:

- La planta tiene forma rectangular de 280 m², de los cuales 230 m² corresponden al área de producción y está distribuida en tres pisos. En el primer piso se realizan las operaciones de tendido, corte, empaquetado, rematado y almacenamiento de producto terminado. En el segundo piso se almacena la materia prima como hilos e hilazas, marquillas, etiquetas, parches, cremalleras, y botones. Por último, en el tercer piso se encuentra el área de confección con la maquinaria presentada anteriormente.
- La planta actual cuenta con una puerta principal por la que entra y sale el personal, así como un garaje que se habilita para facilitar la entrada de los rollos de tela debido a sus dimensiones.
- La tabla 20, presenta el espacio del área ocupada por las máquinas de la planta de producción.

Tabla 20. Espacio ocupado en las áreas

Espacio	Máquina/Área	Largo (m)	Ancho (m)	Espacio (m²)
Trazado y Corte	Mesa de corte	2,29	4,59	10,51
	Máquinas planas	5,5	13,2	72,60
	Máquina dos agujas	2,4	4,88	11,71
Confección	Máquina fileteadora	1,8	3,6	6,48
	Máquina cerradora	0,92	1,68	1,55
	Máquina empretinadora	0,92	1,68	1,55
	Máquina presilladora	0,92	1,68	1,55
	Primer piso	1,29	3,84	4,95
Almacenamiento	Bodega producto terminado	3,4	7,56	25,70
	Segundo piso	3,8	4,28	16,26
Baños	Primer piso	1,67	3,02	5,04
	Segundo piso	2,44	2,4	5,86
Total		32,06	48,82	163,76

Fuente: Elaboración propia, 2018

El área que mayor espacio utiliza en la planta de producción es el área de confección con 95,43 m², seguida del área de trazo y corte con 10,51 m². El área que menos espacio utiliza es el área de almacenamiento en el primer piso (4,95 m²).

A continuación, en la tabla 21. Se presenta el requerimiento de espacio en m² utilizando el método de Guerchet descrito en el marco teórico.

Tabla 21. Cálculo del requerimiento de espacios.

Proceso	Máquina	Ss.	Sg	Se	ST
Corte y rematado	Mesa de corte	10,51	21,02	2,30	33,83
	Maquinas planas	0,60	0,60	0,60	1,80
Confección	Máquina dos agujas	0,72	0,72	0,60	2,04
	Máquina fileteadora	0,71	0,71	0,59	2,01
	Máquina cerradora	0,39	0,39	0,42	1,19
	Máquina pretinadora	1,87	0,39	0,93	3,19
	Máquina presilladora	0,39	0,39	0,42	1,19
	Tachadora	0,38	0,38	0,42	1,18

Proceso	Máquina	Ss.	Sg	Se	ST
Almacenamiento	Primer piso	4,70	11,27	1,25	17,22
	Segundo piso	12,48	23,63	2,08	38,19
	Bodega producto terminado	23,63	23,63	3,48	50,74
Total		56,36	83,12	13,08	152,57

hm	9,2
hf	1,07
k	0,5

Fuente. Elaboración propia, 2018

Según la tabla 21 presentada, el área total que se requiere para realizar las operaciones mencionadas es de 152,47 m² y se tienen disponibles 230 m². También es importante mencionar que la empresa no tiene definidos pasillos de circulación ni espacios destinados a la movilidad dentro de la planta, los espacios donde no se ubican máquinas están abarrotados con materia prima o con los elementos y herramientas del proceso de producción.

4.4.5 Movimiento

El movimiento realizado dentro de la planta de producción es uno de los síntomas identificados que genera baja productividad, por lo cual se propone la redistribución de la planta debido a las largas distancias recorridas entre los procesos de confección; tanto por parte del operario como del material.

Hay que tener en consideración que cada lote de pantalones es de aproximadamente 10 pantalones hasta llegar a 50 pantalones (5 lotes), debido a que esta es la cantidad que en promedio se acumula alrededor de las máquinas y hace que su transporte por la planta se vuelva dispendioso, peligroso y disminuya la calidad de vida de los operarios. Es importante resaltar que el 19.7% del

tiempo total para un lote de pantalones son transportes que representan 31.4 minutos. A continuación, en la tabla 22 se presenta un resumen de los recorridos actuales.

Tabla 22. Recorridos actuales

No	Recorrido	Distancia Recorrida	Material
1	Llevar tela a la mesa	5,83	Rollos de tela
2	Llevar piezas al almacenamiento	10,56	Tela
3	Llevar piezas a fileteadora	7,14	Mangas del pantalón
4	Llevar aletilla, aletillón y manga delantera a máquina plana	2,56	Producto en proceso
5	Llevar relojero, vista, bolsillo blanco a plana	2,56	Producto en proceso
6	Llevar cotilla y traseros a dos agujas	3,13	Producto en proceso
7	llevar a cerradora de codo	2,61	Delantera
8	Llevar trasero a máquina plana	2,61	Trasera
9	Llevar parches a máquina plana	2,56	Parches
10	Llevar trasero a cerradora	2,61	Trasera
11	Llevar delantero a cerradora	3,76	Delantera
12	Llevar a plana	2,61	Pantalón
13	Llevar pretina de fileteadora a plana	3,69	Pretina
14	Llevar pretina a empretinadora	3,75	Pretina
15	Llevar jean unido a pretinadora	3,75	Pantalón
16	Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	4,5	Pasadores
17	Llevar a plana	3,3	Pantalón
18	Llevar a presilladora	5,55	Pantalón
19	Llevar a almacén producto en proceso	6	Pantalón
20	Llevar jean en proceso a la tachadora	27	Pantalón
21	Llevar jean a la mesa de corte	2,06	Pantalón
22	Llevar jean a almacenamiento	2	Pantalón
23	Llevar jean a plancha	1	Pantalón
24	Llevar jean a la mesa	2	Pantalón
25	Llevar jean a mesa de empaque	4	Pantalón
26	Llevar producto terminado a estante	3	Pantalón
Total		120,14	

4.4.6 Esperas

Las esperas que se presentan en el proceso de producción son inevitables dado que éste debe esperar a que se le traigan los productos en proceso, el cual se demora 9.50 minutos. Este tiempo no puede ser menor, porque de ello depende la calidad del producto.

4.4.7 Servicio

Servicios al personal: Las máquinas utilizadas en el proceso de producción de la empresa poseen un nivel 2 de riesgo, por lo que los elementos de protección son necesarios de acuerdo con lo dispuesto por el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social en su Decreto número 1607 del 2002 (31 de julio). La empresa no cumple con todos los elementos de seguridad necesarios para la realización de las actividades, por lo que se puede observar que algunos operarios no utilizan los elementos necesarios tales como tapabocas y guantes.

Servicios al material: La empresa no tiene establecidos controles de calidad de los productos en ninguna de las operaciones, sin embargo, los empleados realizan verificación del producto en el empaque.

4.4.8 Cambio

En la actualidad la empresa está interesada en realizar la redistribución de planta e implementar cambios en busca de mejorar las instalaciones y de la mejora en las condiciones laborales de los operarios. La redistribución de la planta se requiere debido a que se ha tenido un aumento de las ventas, tal como se evidencia en la ilustración 25.

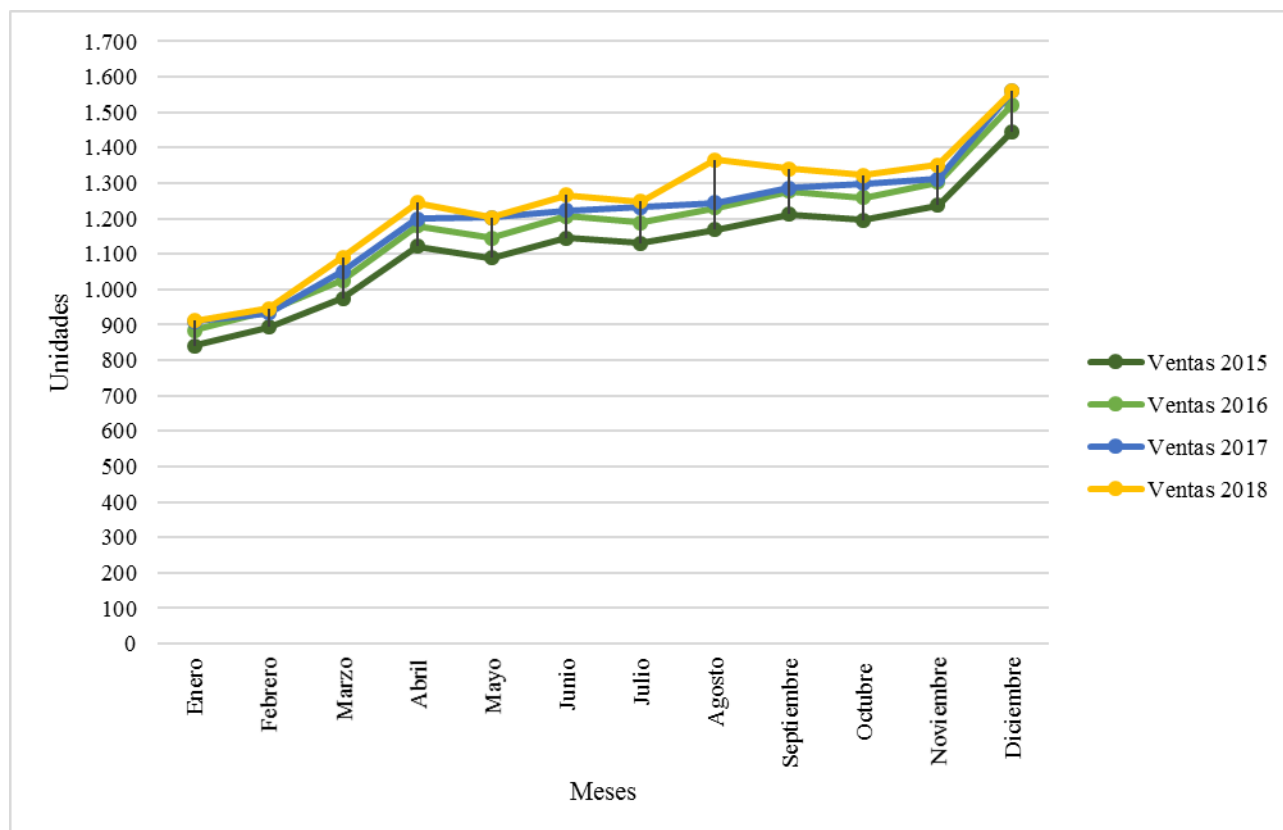


Ilustración 25. Ventas de la empresa 2015-2018 -unidades de productos-.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

Durante el año 2018 las ventas de la empresa se incrementaron en un porcentaje mayor que los años anteriores, lo que indica que se requiere mejorar la productividad para responder adecuadamente a las necesidades del mercado. Con los datos de la ilustración 25 es posible calcular el promedio de ventas al mes que para la empresa equivale al valor que debe fabricar; pues la empresa no fabrica para inventario. Para el año 2015 se obtuvo en promedio 1.121 pantalones, en 2016 el promedio fue de 1.180 pantalones, en 2017 de 1.204 y en 2018 de 1.237 pantalones.

A partir de los factores de Muther se identificó que la empresa *Growth Jean's* requiere de una redistribución de la planta, solo de este modo se permitirá obtener un flujo continuo del proceso con menores recorridos para sus trabajadores y pasillos adecuados para la correcta circulación de materiales y trabajadores dentro de la planta. Así se logra un mejor aprovechamiento de las horas

hombre que son pagadas mensualmente a los operarios y se alcanza una mejor productividad en la empresa.

4.5 Capacidad de la producción

El desarrollo de este apartado permite conocer la capacidad real de la empresa teniendo en cuenta las jornadas de trabajo. De este modo se determinó la capacidad con la que cuenta actualmente *Growth Jean's* para la fabricación de sus productos, se calculó su capacidad en unidades mensuales y anuales teniendo en cuenta que el proceso de corte demora 16.60 minutos, el proceso de confección demora 93.36 minutos, el proceso de rematado demora 31.29 minutos y el proceso de empaque 18.02 minutos. Estos datos están basados en el estudio de tiempos realizado, además que dichos tiempos estándar corresponden con un lote de producción de 10 pantalones.

En relación con lo anterior, es necesario estimar el estándar de cálculo de la capacidad, el cual se representa en unidades (pantalones) por horas, con el fin de contar con la base de cálculo para las capacidades de la planta. Para ello, se tomó en cuenta el tiempo total de fabricación del proceso cuello de botella y que el lote de fabricación contiene 10 pantalones, de esta manera se obtiene por regla de tres:

$$\text{Confección} = \frac{93.36 \text{ minutos} * 1 \text{ pantalón}}{10 \text{ pantalones}} = 9.33 \text{ minutos}$$

Ecuación 14. Capacidad de Producción confección en minutos

Lo anterior indica que un pantalón se confecciona en aproximadamente 10 minutos.

Ahora debe convertirse este valor a pantalones/hora, obteniendo:

$$\text{Confección} = \frac{60 \text{ minutos} * 1 \text{ pantalón}}{9.33 \text{ minutos}} = 6.45 \frac{\text{pantalones}}{\text{hora}}$$

Ecuación 15. Capacidad de Producción confección en horas

Lo anterior indica que en una hora se confeccionan 6 pantalones. Basándose en este procedimiento, se hizo el cálculo para las otras áreas, obteniendo estándares de pantalones/hora de 36.15 para corte, 19.18 para rematado y 33.29 para empaque. A partir de estos resultados se calcularon las capacidades de la planta.

4.5.1 Capacidad Real.

Se define como la máxima tasa posible de producción para un proceso conforme al diseño actual de los productos. Teniendo en cuenta los procesos principales de la empresa *Growth Jean's*, tal como se evidencia en la tabla 23. El número de horas reales se toma como el turno completo de trabajo matutino y medio turno de la tarde, es decir 12 horas al día y la capacidad real se calcula por medio de la Ecuación 8.

Tabla 23. Cálculo de la capacidad real

ESTACIÓN DE TRABAJO	CORTE	CONFECCIÓN	REMATADO	EMPAQUE
Estándar (pantalones/hora)	36,15	6,43	19,18	33,29
Días del mes	26	26	26	26
Horas/día	12	12	12	12
Capacidad real en unidades mes	11.278	2.005	5.983	10.387
Capacidad real en unidades año	135.339	24.063	71.796	124.646

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los cálculos presentados indican que en teoría la empresa puede fabricar un promedio mensual de 11.278 unidades en corte, 2.005 en confección, 5.983 en rematado y 10.387 en empaque.

4.5.2 Capacidad efectiva

La capacidad efectiva es la mayor tasa de producción razonable que puede lograrse, teniendo en cuenta las pérdidas inherentes al proceso. En *Growth Jean's* se considera el tiempo de pérdidas asociadas a los transportes por la planta, de acuerdo con el estudio de tiempos realizado, En relación con la información correspondiente al porcentaje del tiempo de transportes para cada operación (la eficiencia es el 100% menos este porcentaje), observe los siguientes datos: se requiere conocer el tiempo necesario para los transportes –Ver Tablas 11 a 14–, para poder calcular la capacidad efectiva de la planta –Ver Tabla 24–.

Tabla 24. Porcentaje de tiempo efectivo.

Operación	CORTE	CONFECCION	REMATADO	EMPAQUE
% tiempo improductivo	19%	22%	16%	14%
% Tiempo efectivo	81%	78%	84%	86%

Fuente. Elaboración propia, 2018

De acuerdo con lo anterior se toma el porcentaje de tiempo efectivo y con base en ello se calcula la capacidad efectiva de la planta. Posteriormente, se realiza el cálculo de la capacidad efectiva de la planta –Ver Tabla 25–.

Tabla 25. Cálculo de la capacidad efectiva

ESTACIÓN DE TRABAJO	CORTE	CONFECCIÓN	REMATADO	EMPAQUE
Estándar (pantalones/hora)	36,15	6,43	19,18	33,29
Días del mes	26	26	26	26
Horas/día	12	12	12	12
Eficiencia	81%	78%	84%	86%
Capacidad efectiva en unidades mes	9.138	1.564	5.027	8.979
Capacidad efectiva en unidades año	109.655	18.769	60.323	107.744

Fuente. Elaboración propia, 2018

Los cálculos presentados indican que en promedio la empresa efectivamente puede fabricar 9.138 unidades en corte, 1.564 en confección, 5.027 en rematado y 8.979 en empaque.

4.5.3 Capacidad utilizada

La capacidad utilizada se considera como la tasa de producción lograda por el proceso, es decir, las unidades que en realidad se produjeron en un período de tiempo; por tanto, se toman como las unidades reales producidas, las ventas de los años 2015-2018 (Ver ilustración 25).

Tabla 26. Capacidad real de la planta

	Ventas 2015	Ventas 2016	Ventas 2017	Ventas 2018
Unidades promedio vendidas mensuales	1.121	1.180	1.204	1.237

Fuente. Elaboración propia, 2018

4.5.4 Eficiencia de la línea.

De igual manera, se realizó la medición de la eficiencia de la planta con los recursos actuales que se calcula en la tabla 27. Asimismo, se promedian la unidad vendida por año para obtener la capacidad real, que es de 1.187.

Tabla 27. Eficiencia de la planta.

ESTACIÓN DE TRABAJO	CORTE	CONFECCIÓN	REMATADO	EMPAQUE
Capacidad Utilizada	1.186	1.186	1.186	1.186
Capacidad efectiva	9.138	1.564	5.027	8.979
Eficiencia (Capear/cap.efec)	12,98%	75,81%	23,59%	13,21%

Fuente. Elaboración propia, 2018

Según los datos brindados en la tabla anterior, la empresa tiene una eficiencia en su capacidad de producción de 12,98% en corte, 75,81% en confección, 23,59% en rematado y 13,21% en empaque. Estos bajos porcentajes de eficiencia se presentan debido a que las áreas se deben regir a las unidades producidas por el cuello de botella, la confección.

4.6 Cálculo de la productividad actual

Después de presentar las generalidades de la empresa, el proceso de producción y los factores de Muther con la situación actual de la empresa, se realizó el cálculo de la productividad actual

utilizando la fórmula de Chase, Jacobs, & Aquilano (2009). En este aparte se emplearon el número de unidades producidas en promedio del mes y del año y los recursos invertidos en términos de personal. La fórmula con la cual se calculó la productividad de la empresa es la que se muestra a continuación:

$$\text{Productividad del trabajo} = \frac{\# \text{ unidades producidas por mes}}{\# \text{ trabajadores} * \text{ horas del día} * \text{ día del mes}}$$

Ecuación 16. Cálculo de la productividad actual

Se tomaron las unidades producidas como las ventas mensuales y un total de 27 trabajadores en 8 horas del día y en 26 días del mes, para una unidad de trabajo de 5.616. Se calculó la productividad mensual para el año 2018 y los resultados se presentan a continuación:

Tabla 28. Cálculo de la productividad mensual 2018.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Unidades reales	912	945	1090	1245	1203,09	1266,4109
Unidad de trabajo	5616	5616	5616	5616	5616	5616
Productividad	0,16	0,17	0,19	0,22	0,21	0,23
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Unidades reales	1248,5757	1365,2	1340,1825	1322,3165	1351	1560
Unidad de trabajo	5616	5616	5616	5616	5616	5616
Productividad	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,28

Fuente. Elaboración propia, 2018

Se obtiene una productividad actual promedio de 0,22 pantalones hora hombre de acuerdo con el cálculo de la productividad actual, por esto, se procedió a realizar el análisis del diagnóstico presentado en este capítulo.

5 Análisis de hallazgos

En este capítulo se presentan los principales hallazgos del diagnóstico respecto a cada una de las herramientas de la ingeniería industrial que fueron utilizadas para conocer la situación actual de la distribución de planta de la empresa *Growth Jean's*.

5.1.1 Hallazgos del proceso de producción.

Se evidenció por medio de la descripción del proceso de producción que la ubicación actual de las máquinas dentro de la planta no obedece a un criterio de flujo de proceso, flujo de materiales o análisis de cercanías, sino que obedece a la disponibilidad de espacios de acuerdo con el crecimiento de la demanda que la empresa ha tenido. Esta falencia ha desencadenado en largos desplazamientos (entre 1 y 10,56 metros por lote) en la planta. Por medio del estudio de tiempos fue posible evidenciar que para producir un pantalón de jean para adultos se requieren 9.36 minutos, y para un lote de 10 pantalones 93.1 minutos o 1.55 horas con recorridos de 120 metros para el operario durante todo el proceso de fabricación.

5.1.2 Análisis de la distribución de planta actual.

Los recorridos actuales de los operarios en el proceso de producción se calcularon en 120 metros en todo el proceso de fabricación. Durante los recorridos los empleados deben cargar con bultos de tela que cuentan con un peso entre 40 a 50 Kg, así, como deben llevar pantalones por la planta de producción. Dichas dinámicas se observan en los diagramas de recorrido por área, donde se demuestra que para el corte el recorrido no presenta cruces, sin embargo, en el área de confección y rematado los productos deben ser llevados del tercer al segundo piso. Además, también se encontró que en el tercer piso se dan cruces por la ubicación actual de la maquinaria. Partiendo de todo el panorama descrito, se llegó a la conclusión que los recorridos dentro de la planta podrían ser mejorados si se ubicaran las máquinas de acuerdo con su línea de producción.

Con el objetivo de evidenciar los recorridos realizados durante un día laboral, se desarrolló un diagrama desde-hasta que se presenta en la ilustración 28, a partir de las matrices de distancia y frecuencias de viaje. A continuación, en la ilustración 26 se presentan los recorridos que realiza el operario durante el proceso de producción.

GROWTH JEAN'S	Distancias recorridas								
	Mesa de corte	Área de maquina plana	Área de maquina dos agujas	Área de maquina fileteadora	Área de máquina cerradora	Área de maquina empretinadora	Área de maquina presilladora	Área de almacenamiento	Bodega-producto terminado
Mesa de corte		14m						10,56m	2m
Área de maquina plana			5m		2,62m	3,75m	5,55m		
Área de maquina dos agujas		2,56m		3m	2,61m				
Área de maquina fileteadora		2,57m	3m		3m		4,5m		
Área de máquina cerradora		2,61m				6m			
Área de maquina empretinadora							5m		
Área de maquina presilladora		3,3m						6m	
Área de almacenamiento			3,13m	7,14m					
Bodega-producto terminado									

Ilustración 26. Matriz de distancia recorrida.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

En la ilustración 27, se presenta el número de veces que el trabajador se desplaza de un área a otra durante su jornada laboral, teniendo presente que en un día se llegan a producir hasta 5 lotes de pantalones para hombre.

GROWTH JEAN'S	Frecuencia de viajes								
	Mesa de corte	Área de maquina plana	Área de maquina dos agujas	Área de maquina fileteadora	Área de máquina cerradora	Área de maquina empretinadora	Área de maquina presilladora	Área de almacenamiento	Bodega-producto terminado
Mesa de corte		1						5	10
Área de maquina plana			1		5	5	10		
Área de maquina dos agujas		1		1	10				
Área de maquina fileteadora		5			1		5		
Área de máquina cerradora		10				1			
Área de maquina empretinadora							5		
Área de maquina presilladora		5						6	
Área de almacenamiento	10	16	5	5					5
Bodega-producto terminado									

Ilustración 27. Matriz de frecuencia de viajes.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

A continuación, en la ilustración 28 se resaltan en color verde los mayores recorridos evidenciados por medio del diagrama desde-hasta.

GROWTH JEAN'S Unidades: metros por frecuencia de viajes.		HASTA								
		Mesa de corte	Área de maquina plana	Área de maquina dos agujas	Área de maquina fileteadora	Área de máquina cerradora	Área de maquina empretinadora	Área de maquina presilladora	Área de almacenamiento	Bodega-producto terminado
Desde	Mesa de corte		14						52,8	20
	Área de maquina plana			5		13,1	18,8	55,5		
	Área de maquina dos agujas		2,56		3	26,1				
	Área de maquina fileteadora		12,9			3		22,5		
	Área de máquina cerradora		26,1				6			
	Área de maquina empretinadora							25		
	Área de maquina presilladora		16,5						36	
	Área de almacenamiento	10	16	15,65	35,7					5
	Bodega-producto terminado									

Ilustración 28. Diagrama desde-hasta de la distribución actual de la planta.

Fuente: Elaboración propia, 2018, con base en información de la empresa

El diagrama presentado desde-hasta permite evidenciar que los recorridos diarios van desde 3 a 55,5 metros debido a que se deben transportar los productos del primer al tercer piso, y viceversa.

5.1.3 Hallazgos del estudio de tiempos.

Se realizó el estudio de tiempos para los procesos de corte, confección, rematado y empaque. Los resultados arrojaron que un tiempo de ciclo total para el área de corte es de 16.60 minutos, para el área de confección el tiempo de ciclo fue de 93.36 minutos, en cuanto al rematado se maneja

un tiempo por lote de 31.29 minutos y en el proceso de empaque de 18.02 minutos; resaltando que el proceso de confección es el cuello de botella del proceso de producción.

Por otra parte, el tiempo utilizado en transportes en medio de la fabricación de los productos es de 19% en el área de corte, de 22% para confección, 16% para rematado y 14% para empaque, con un promedio de 18%, lo que equivale a 1,4 horas de la jornada laboral. Igualmente, las esperas durante el proceso de producción son de 9.50 minutos, equivalentes al 5.97% que corresponden a 0.48 horas de la jornada laboral, lo cual en la actualidad afecta negativamente la productividad de la empresa.

6 Propuesta de solución

Con los hallazgos presentados en el capítulo anterior, y con el diagnóstico inicial de la empresa, se elaboró este capítulo donde se presentan las alternativas trabajadas para la propuesta de solución; cada una de las opciones fueron evaluadas por su nivel de eficiencia para llegar a la elección de la alternativa adecuada para realizar la redistribución de la planta de la empresa *Growth Jean's*.

6.1.1 Descripción de la propuesta

Teniendo en cuenta que la propuesta tiene por objetivo el redistribuir la planta de producción, ésta se debe centrar en:

- Disminuir los recorridos dentro del proceso de producción con el fin de mejorar el flujo del proceso y reducir tiempos que no agregan valor al proceso de producción.
- Tener en cuenta los requerimientos de espacio de cada área de la planta.
- Destinar espacios para los pasillos de circulación y movilidad de empleados y productos dentro de la planta.

Para cumplir con lo anterior y utilizando el método S.L.P, se llevó a cabo el estudio de cinco elementos fundamentales para lograr una adecuada distribución en planta.

6.2 Desarrollo de la metodología SLP

El desarrollo de la metodología SLP se realiza de acuerdo con Niebel y Freivalds (2009), en seis pasos sistemáticos: 1) diagrama de relaciones, 2) establecer las necesidades de espacio, 3) realizar el diagrama de relaciones, 4) elaborar relaciones de espacio en la distribución, 5) evaluar las alternativas diseñadas y 6) seleccionar la distribución a implementar en la planta de producción.

6.2.1 Diagrama de relaciones

Para el establecimiento de las relaciones entre las áreas de la empresa se utiliza el diagrama desde-hasta, tomando como base el proceso de producción actual presentado en el diagnóstico, lo que permitió determinar las áreas que se encuentran relacionadas para poder realizar el diseño de las alternativas de redistribución de la planta con los ajustes requeridos para aumentar la productividad. Partiendo de este enunciado, la ilustración 29 presenta el diagrama desde-hasta, donde se tuvo como base el proceso de producción de pantalones. Este diagrama facilitó la evaluación del flujo de manera cuantitativa en el proceso de producción donde se tomó como elemento de medida la distancia recorrida en metros entre un área y la otra.

GROWTH JEAN'S Unidades: metros por frecuencia de viajes.		HASTA								
		Mesa de corte	Área de maquina plana	Área de maquina dos agujas	Área de maquina fileteadora	Área de máquina cerradora	Área de maquina empretinadora	Área de maquina presilladora	Área de almacenamiento	Bodega-producto terminado
Desde	Mesa de corte		14						52,8	20
	Área de maquina plana			5		13,1	18,8	55,5		
	Área de maquina dos agujas		2,56		3	26,1				
	Área de maquina fileteadora		12,9			3		22,5		
	Área de máquina cerradora		26,1				6			
	Área de maquina empretinadora							25		
	Área de maquina presilladora		16,5						36	
	Área de almacenamiento	10	16	15,65	35,7					5
Bodega-producto terminado										

Ilustración 29. Diagrama desde-hasta.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se resaltan en color verde los recorridos más largos de acuerdo con el diagrama desde-hasta presentado, dado que, son los que deben reducirse para obtener un mejor flujo del proceso.

De igual manera, se realizó el diagrama de relaciones para cada alternativa; entiéndase una relación como el grado relativo de acercamiento, que se desea o que se requiere, entre diferentes departamentos (Niebel & Freidvals, 2009). El diagrama de relaciones se realiza según las necesidades de cercanía y de ubicación de las áreas presentadas por medio del diagrama desde-hasta. La propuesta de solución que se presenta recopila los datos importantes encontrados luego de la realización del diagnóstico con el fin de llegar a un planteamiento de redistribución de planta que cumpliera con las necesidades de la empresa. Por ello, las convenciones utilizadas se observan en las tres alternativas en la tabla 29:

Tabla 29. Convenciones diagrama de relaciones

RAZONES	RELACIÓN	CONVENCIÓN	VALOR
1 Frecuencia (más de 1 viaje)	Absolutamente necesaria	A	6
2 Flujo de material	Especialmente Importante	E	5
3 Mismo operario	Importante	I	4
4 Conveniencia	Ordinario	O	3
5 Limitación espacio	Sin importancia	U	2
	No deseable	X	1

Se presentan en las ilustraciones 30 a 32 los diagramas de relaciones de cada alternativa para la propuesta de solución de la empresa *Growth Jean's*.

GROWTH JEAN'S	Mesa de corte	Área de maquina plana	Área de maquina dos agujas	Área de maquina fileteadora	Área de máquina cerradora	Área de maquina empretinadora	Área de maquina presilladora	Área de almacenamiento	Bodega-producto terminado
Mesa de corte	A 1,2	A 2	E 3	E 1	E 5	I 3	I 5	X 5	
Área de maquina plana	A 1,2	A 1,2	I 2	E 1,2	I 3	O 4	O 4	X 2	
Área de maquina dos agujas	A 2	A 1,2	I 1,2	E 1,2	I 3	I 1,3	U 5	X 5	
Área de maquina fileteadora	E 3	I 2	I 1,2	A 1,2	I 3	I 3	U 3	X 2	
Área de máquina cerradora	E 1	E 1,2	E 1,2	A 1,2	I 1,2	O 1,4	X 1	X 5	
Área de maquina empretinadora	E 5	I 3	I 3	I 3	I 1,2	O 1,2	I 2	I 1	
Área de maquina presilladora	I 3	O 4	I 1,3	I 3	O 1,4	O 1,2	E 1,3	I 4	
Área de almacenamiento	I 5	O 4	U 5	U 3	X 1	I 2	E 1,3	E 1,3	
Bodega-producto terminado	X 5	X 2	X 5	X 2	X 5	I 1	I 4	E 1,3	

Ilustración 30. Diagrama de relaciones redistribución de la planta alternativa 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el diagrama de relaciones para la alternativa 1, presentado en la ilustración 30, se muestra el grado de importancia con cada área de trabajo de la empresa Growth Jean's; teniendo la mesa de corte una relación absolutamente necesaria con las máquinas planas y máquinas dos agujas, al igual que las máquinas cerradoras con las fileteadoras. También, se propuso una relación no deseable entre la bodega de producto terminado con las máquinas planas, máquinas dos agujas, máquinas cerradoras y área de máquina fileteadora, puesto que por estas máquinas comienza el proceso de producción y se busca que no se den cruces de materiales de producto en proceso con producto terminado.

A continuación, en la ilustración 31 se presenta el diagrama de relaciones para la alternativa 2, con el fin de tener diferentes alternativas, y seleccionar la más adecuada.

<i>GROWTH JEAN'S</i>	Mesa de corte	Área de maquina plana	Área de maquina dos agujas	Área de maquina fileteadora	Área de máquina cerradora	Área de máquina empretinadora	Área de maquina presilladora	Área de almacenamiento	Bodega-producto terminado
Mesa de corte		U 3	E 1,2	U 5	E 1,2	U 3	E 1,2	E 1,2	A 1,2
Área de maquina plana	U 3		A 1,2	A 1,2	E 1,2	E 3	I 1,3	O 4	X 2
Área de maquina dos agujas	E 1,2	A 1,2		A 1,2	E 1,2	A 1,2	I 1,2	U 5	U 5
Área de maquina fileteadora	U 5	A 1,2	A 1,2		A 1,2	A 1,2	I 3	U 3	X 2
Área de máquina cerradora	E 1,2	E 1,2	E 1,2	A 1,2		E 1,4	A 1,2	X 1	X 5
Área de maquina empretinadora	U 3	E 3	A 1,2	A 1,2	E 1,4		A 1,2	E 2	I 1
Área de maquina presilladora	E 1,2	I 1,3	I 1,2	I 3	A 1,2	A 1,2		I 1,3	I 4
Área de almacenamiento	E 1,2	O 4	U 5	U 3	X 1	E 2	I 1,3		I 1,3
Bodega-producto terminado	A 1,2	X 2	U 5	X 2	X 5	I 1	I 4	I 1,3	

Ilustración 31. Diagrama de relaciones redistribución de la planta alternativa 2.

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la alternativa 2, se obtiene un grado de importancia absolutamente necesario para las máquinas dos agujas con las máquinas planas y las fileteadoras, de igual manera, las máquinas dos agujas guardan una relación especialmente importante con las máquinas cerradoras y la mesa de corte. Por otro lado, las máquinas empretinadoras tienen un grado de importancia absolutamente

necesario con las máquinas fileteadoras debido al flujo de materiales y la frecuencia de recorridos entre las dos áreas. Por otro lado, la alternativa 2 cambia la relación entre la mesa de corte, las máquinas planas y la bodega de producto terminado, con el fin de ubicar áreas adyacentes diferentes y evaluar el flujo del proceso en la evaluación de alternativas.

Por último, en la ilustración 32, se presenta el diagrama de relaciones para la alternativa 3. Con el fin de evaluar diferentes flujos del proceso, y seleccionar el más adecuado.

<i>GROWTH JEAN'S</i>	Mesa de corte	Área de maquina plana	Área de maquina dos agujas	Área de maquina fileteadora	Área de máquina cerradora	Área de maquina empretinadora	Área de maquina presilladora	Área de almacenamiento	Bodega-producto terminado
Mesa de corte		I 5	I 5	E 3	E 1	E 5	A 1,2	I 5	E 5
Área de maquina plana	I 5		A 1,2	E 2	E 1,2	A 1,2	E 4	O 4	O 4
Área de maquina dos agujas	I 5	A 1,2		A 1,2	E 1,2	E 3	E 1,3	U 5	U 5
Área de maquina fileteadora	E 3	E 2	A 1,2		I 1,2	O 3	I 3	U 3	O 2
Área de máquina cerradora	E 1	E 1,2	E 1,2	I 1,2		A 1,2	E 1,4	E 1	O 5
Área de maquina empretinadora	E 5	A 1,2	E 3	O 3	A 1,2		A 1,2	E 2	I 1
Área de maquina presilladora	A 1,2	E 4	E 1,3	I 3	E 1,4	A 1,2		A 1,3	I 4
Área de almacenamiento	I 5	O 4	U 5	U 3	E 1	E 2	A 1,3		E 1,3
Bodega-producto terminado	E 5	O 4	U 5	O 2	O 5	I 1	I 4	E 1,3	

Ilustración 32. Diagrama de relaciones redistribución de la planta alternativa 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se cambian las relaciones de la mesa de corte con las áreas de máquinas planas y máquinas dos agujas, al igual del grado de relación que tiene el área de máquinas cerradoras con la empretinadora, y la presilladora con el área de almacenamiento y por otro lado las relaciones del área de producto terminado con el fin de analizar el flujo de materiales.

A continuación, se presentan las necesidades de espacio para proceder a evaluar las alternativas.

6.2.2 Establezca las necesidades de espacio

Este cálculo se realizó en el análisis del diagnóstico (Ver tabla 21), donde se evidenció que, el área total que se requiere para realizar las operaciones mencionadas es de 152,47 m², por lo cual la planta actual tiene el espacio adecuado, dado que se cuenta con un área de 230 m². Es importante mencionar que se realizaron los cálculos del espacio requerido tomando en cuenta el espacio de pasillos y circulación dentro de las áreas mencionadas.

6.2.3 Diseño de alternativas

Luego de desarrollar los diagramas de relaciones, se procede al diseño de las propuestas utilizando el espacio disponible de la planta, para lo cual se utiliza el algoritmo heurístico ALDEP que permite evaluar mejores alternativas para una planta distribuida en tres pisos. El primer paso para la aplicación de la heurística es determinar cuál es el área que se debe ubicar primero en el plano, para lo que se determina como criterio de priorización las áreas con mayor número de relaciones tipo A y E, y como criterio de desempate el tamaño en m² que requiere el área. Las tablas 30, 31 y 32 presentan las priorizaciones de las 9 áreas de la planta de producción para las alternativas 1,2 y 3 respectivamente, con base en el diagrama de relaciones de cada alternativa, organizadas según los criterios antes mencionados.

Alternativa 1.

Tabla 30. Priorización de áreas para ubicación espacial: alternativa 1

No	Área de la planta	Área requerida	Numero de relaciones A y E	Numero de ubicación
1	Mesa de corte	10,51	5	1
5	Área de máquina cerradora	1,55	4	2
2	Área de máquina plana	72,6	3	3
3	Área de máquina dos agujas	11,71	3	4
6	Área de máquina empretinadora	1,55	2	5
4	Área de máquina fileteadora	6,48	2	6
9	Bodega-producto terminado	25,7	1	7
8	Área de almacenamiento	21,21	1	8
7	Área de máquina presilladora	1,5456	1	9
TOTAL		152,86	22	

Fuente: Elaboración propia,2018

Partiendo de la ubicación en el plano presentado, se comienzan a ubicar las áreas en él, comenzando con el corte y ubicando adyacentemente las áreas que tienen una relación tipo A, luego las que tienen una relación tipo E y así hasta que se terminen las relaciones. Luego, se ubica la segunda área de la tabla y se realiza el mismo procedimiento, hasta haber ubicado todas las áreas en el plano como se observa en la ilustración 33.

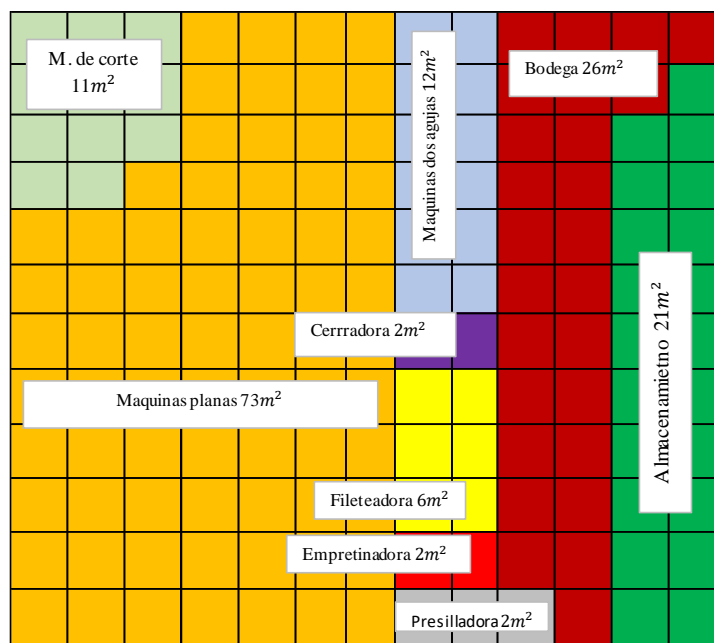


Ilustración 33. Resultados ALDEP alternativa 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Teniendo en cuenta el algoritmo heurístico ALDEP, se procede a ubicar espacialmente las áreas en el plano de los tres pisos de la planta, teniendo en cuenta las relaciones existentes, de esta manera se obtienen los resultados en las ilustraciones 34,35 y 36:

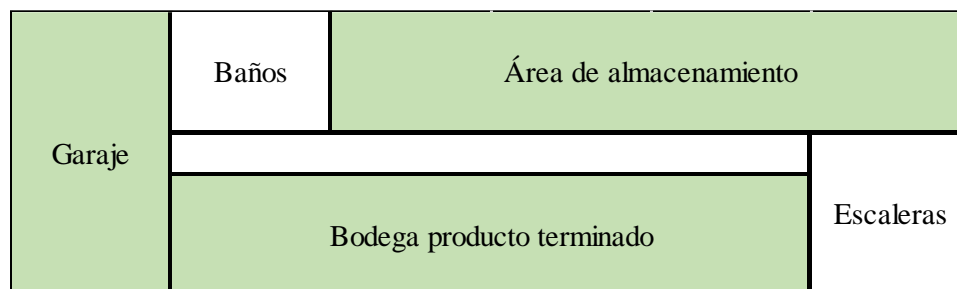


Ilustración 34. Primer piso, alternativa propuesta 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

	Baño		Cocina
		Tachadora	Escaleras
		Máquina plana	
		Presilladora	
		Empretinadora	

Ilustración 35. Segundo piso, alternativa propuesta 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Área de corte	Máquinas planas			
	Máquinas dos agujas	Máquinas fileteadoras	Máquinas cerradoras	Escaleras

Ilustración 36. Tercer piso, alternativa propuesta 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La aplicación de ALDEP para la primera alternativa, ubica el área de corte en el tercer piso junto a las máquinas de confección (planas, dos agujas, fileteadoras y cerradoras), en el segundo piso ubica las máquinas (empretinadoras y la máquina presilladora) y en el primer piso el área de almacenamiento de producto terminado. Es importante mencionar, que, con el fin de seguir el flujo del proceso, una de las máquinas planas se ubica en el segundo piso, ya que con la ayuda de esta máquina se realizan las confecciones finales al pantalón, antes de pasar al proceso de rematado que se realiza con la tachadora, y así evitar recorridos innecesarios al tercer piso.

Alternativa 2: La tabla 31 presenta la priorización de las 9 áreas de la planta de producción de la alternativa 2, con base en el diagrama de relaciones, organizadas desde la primera en ubicación espacial a la última:

Tabla 31. Priorización de áreas para ubicación espacial: alternativa 2

No	Área de la planta	Área requerida	Numero de relaciones A y E	Numero de ubicación
5	Área de máquina cerradora	1,55	6	1
1	Mesa de corte	10,51	5	2
3	Área de máquina dos agujas	11,71	5	3
6	Área de máquina empretinadora	1,55	5	4
2	Área de máquina plana	72,6	4	5
4	Área de máquina fileteadora	6,48	4	6
8	Área de almacenamiento	21,21	3	7
7	Área de máquina presilladora	1,5456	3	8
9	Bodega-producto terminado	25,7	1	9
TOTAL		152,86	36	

Fuente: Elaboración propia,2018

Partiendo de la ubicación presentada en el plano, se comienzan a ubicar las áreas comenzando con la maquina cerradora y ubicando adyacentemente las áreas que tienen una relación tipo A, luego las que tienen una relación tipo E, y así hasta que se terminen las relaciones. Luego, se ubica la segunda área de la tabla y se realiza el mismo procedimiento, hasta haber ubicado todas las áreas en el plano como se observa en la ilustración 37.

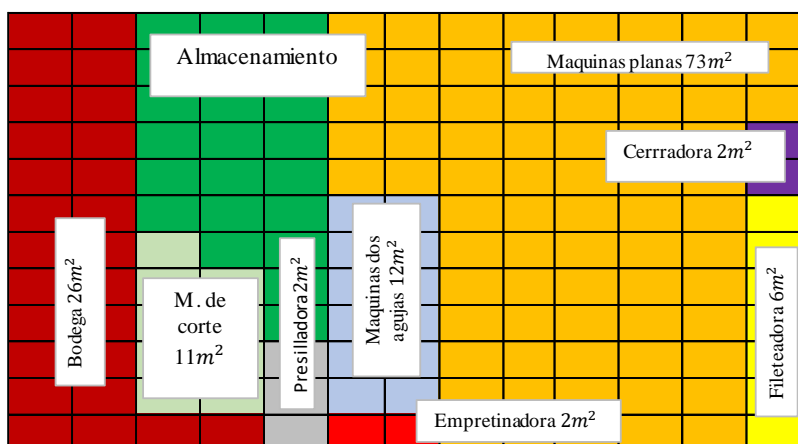


Ilustración 37. Resultados ALDEP alternativa 2

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Teniendo en cuenta el algoritmo heurístico ALDEP, se procede a ubicar espacialmente las áreas en el plano de los dos pisos de la planta, teniendo en cuenta las relaciones existentes, de esta manera se obtiene los resultados que se muestran en las ilustraciones 38, 39 y 40:

Garaje	Baños	Área de corte	
	Bodega producto terminado		Escaleras

Ilustración 38. Primer piso, alternativa propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

	Baño		Cocina
		Área de almacenamiento	Escaleras

Ilustración 39. Segundo piso, alternativa propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Máquinas planas	Máquinas empretinadoras		Presilladora	
	Máquinas dos agujas	Máquinas fileteadoras	Máquinas cerradoras	Escaleras
			Tachadora	

Ilustración 40. Tercer piso, alternativa propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La aplicación de ALDEP para la segunda alternativa, ubica el área de corte en el primer piso, en el tercer piso las máquinas de confección (plana, dos agujas, fileteadoras, cerradoras, tachadora, empretinadora y presilladora), agrupadas por tipo de máquina y en el primer piso y segundo piso el área de almacenamiento de producto terminado.

Alternativa 3: La tabla 32 presenta la priorización de las 9 áreas de la planta de producción de la alternativa 3, con base en el diagrama de relaciones, organizadas de la primera en ubicar a la última:

Tabla 32. Priorización de áreas para ubicación espacial: alternativa 3

No	Área de la planta	Área requerida	Numero de relaciones A y E	Numero de ubicación
5	Área de máquina cerradora	1,55	6	1
6	Área de maquina empretinadora	1,55	6	2
7	Área de máquina presilladora	1,54	6	3
1	Mesa de corte	10,51	5	4
2	Área de máquina plana	72,6	5	5
3	Área de máquina dos agujas	11,71	5	6
8	Área de almacenamiento	21,21	4	7
4	Área de máquina fileteadora	6,48	3	8
9	Bodega-producto terminado	25,7	2	9
TOTAL		152,86	42	

Fuente: Elaboración propia,2018

Partiendo de la ubicación presentada en el plano, se comienzan a ubicar las áreas, empezando con el área de máquina cerradora y ubicando adyacentemente las áreas que tienen una relación tipo A, luego las que tienen una relación tipo E, y así hasta que se terminen las relaciones. Luego se ubica la segunda área de la tabla y se realiza el mismo procedimiento, hasta haber ubicado todas las áreas en el plano como se ve en la ilustración 41.

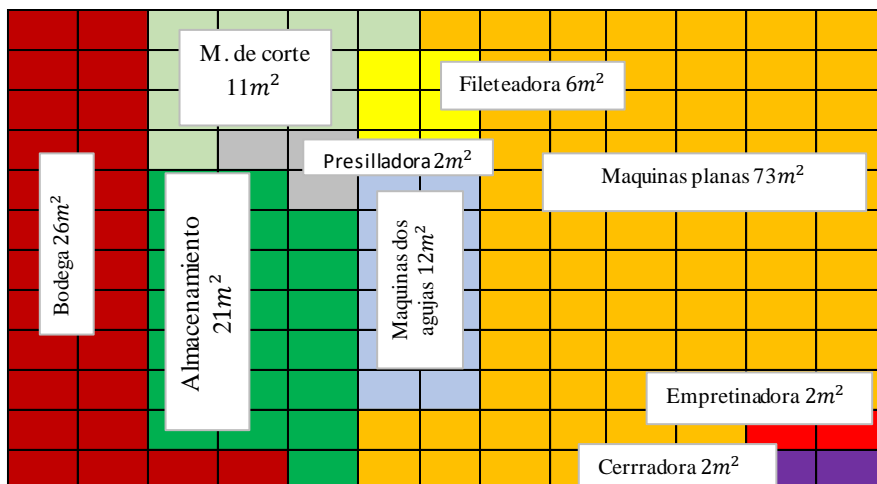


Ilustración 41. Resultados ALDEP alternativa 3

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Teniendo en cuenta el algoritmo heurístico ALDEP, se procede a ubicar espacialmente las áreas en el plano de los dos pisos de la planta, teniendo en cuenta las relaciones existentes, de esta manera se obtiene los resultados que se muestran en las ilustraciones 42, 43 y 44

Garaje	Baños	Área de almacenamiento	
	Bodega producto terminado		Escaleras

Ilustración 42. Primer piso, alternativa propuesta 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

	Baño		Cocina
		Área de corte	Escaleras

Ilustración 43. Segundo piso, alternativa propuesta 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

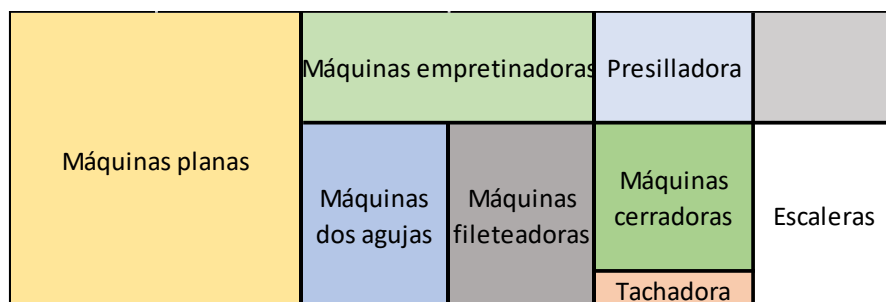


Ilustración 44. Tercer piso, alternativa propuesta 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La aplicación de ALDEP para la tercera alternativa, ubica el área de corte en el segundo piso, en el tercer piso las máquinas de confección (plana, dos agujas, fileteadoras y cerradoras) y el área de rematado (Empretinadora y presilladoras) agrupadas por tipo de máquina, y en el primer piso, el área de almacenamiento de producto terminado.

6.2.4 Evaluación de alternativas

Se calcula la eficiencia de cada alternativa, midiendo, de acuerdo con los resultados del ALDEP y comparando con las relaciones dentro del diagrama de relaciones, cuántas de las relaciones se cumplen y cuántas no. A continuación, entre las tablas 33 a la 35, se muestra el cálculo de la eficiencia de cada una de las tres alternativas.

Tabla 33. Eficiencia alternativa 1

ÁREA	Relaciones	A	E	I	O	U	X
Mesa de corte	A+A+E+E+E+I+I+X	2	3	2	0	0	1
Área de máquina plana	A+A+I+E+I+O+O+X	2	1	2	2	0	1
Área de máquina dos agujas	A+A+I+E+I+I+U+X	2	1	3	0	1	1
Área de máquina fileteadora	E+I+I+A+I+I+U+X	1	1	4	0	1	1
Área de máquina cerradora	E+E+E+A+I+O+X+X	1	3	1	1	0	2
Área de máquina empretinadora	E+I+I+I+I+O+I+I	0	1	5	2	0	0

Área de máquina presilladora	I+O+I+I+O+O+E+I	0	1	4	3	0	0	
Área de almacenamiento	I+O+U+U+X+I+E+E	0	2	2	1	2	1	
Bodega-producto terminado	X+X+X+X+X+I+I+E	0	1	2	0	0	5	
Total Relaciones		8	14	25	9	4	12	
Puntaje Posible		48	70	100	27	8	12	265
Relaciones Cumplidas		8	12	22	8	4	12	
Puntaje Alcanzado		48	60	88	24	8	12	240
Eficiencia		90,57%						

Fuente: Elaboración propia,2018

La alternativa 1 cumple las relaciones del diagrama de relaciones, en un 90,57%.

Tabla 34. Eficiencia alternativa 2

ÁREA	Relaciones	A	E	I	O	U	X	
Mesa de corte	U+E+U+E+U+E+E+A	1	4	0	0	3	0	
Área de máquina plana	U+A+A+E+E+I+O+X	2	2	1	1	1	1	
Área de máquina dos agujas	E+A+A+E+A+I+U+U	3	2	1	0	2	0	
Área de máquina fileteadora	U+A+A+A+A+I+U+X	4	0	1	0	2	1	
Área de máquina cerradora	E+E+E+A+E+A+X+X	2	4	0	0	0	2	
Área de máquina empretinadora	U+E+A+A+E+A+E+I	3	3	1	0	1	0	
Área de máquina presilladora	E+I+I+I+A+A+I+I	2	1	5	0	0	0	
Área de almacenamiento	E+O+U+U+X+E+I+I	0	2	2	1	2	1	
Bodega-producto terminado	A+X+U+X+X+I+I+I	1	0	3	0	1	3	
Total Relaciones		18	18	14	2	12	8	
Puntaje Posible		108	90	56	6	24	8	292
Relaciones Cumplidas		18	14	6	2	12	8	
Puntaje Alcanzado		108	70	24	6	24	8	240
Eficiencia		82,19%						

Fuente: Elaboración propia,2018

La alternativa 2 cumple las relaciones del diagrama de relaciones, en un 82,19%.

Tabla 35. Eficiencia alternativa 3

ÁREA	Relaciones	A	E	I	O	U	X
Mesa de corte	I+I+E+E+E+A+I+E	1	4	3	0	0	0
Área de máquina plana	I+A+E+E+A+E+O+O	2	3	1	2	0	0
Área de máquina dos agujas	I+A+A+E+E+E+U+U	2	3	1	0	2	0
Área de máquina fileteadora	E+E+A+I+O+I+U+O	1	2	2	2	1	0

ÁREA	Relaciones	A	E	I	O	U	X
Área de máquina cerradora	E+E+E+I+A+E+E+O	1	5	1	1	0	0
Área de máquina empretinadora	E+A+E+O+A+A+E+I	3	3	1	1	0	0
Área de máquina presilladora	A+E+E+I+E+A+A+I	3	3	2	0	0	0
Área de almacenamiento	I+U+U+U+E+E+A+E	1	3	1	0	3	0
Bodega-producto terminado	E+U+U+O+O+I+I+E	0	2	2	2	2	0
Total Relaciones		14	28	14	8	8	0
Puntaje Posible		84	140	56	24	16	0 320
Relaciones Cumplidas		10	20	10	10	6	10
Puntaje Alcanzado		60	100	40	30	12	10 252
Eficiencia			78,75%				

La alternativa 3 cumple las relaciones del diagrama de relaciones, en un 78,75%.

6.2.5 Selección de la distribución a implementar

Con base en la evaluación por adyacencias, se selecciona la alternativa 1 como la de mayor eficiencia con un 90,57%, para el diseño de la planta de producción de la empresa.

6.3 Diseño de la propuesta de redistribución

De acuerdo con la evaluación y selección de alternativas para la redistribución de la planta de la empresa *Growth Jean's*, se diseñó la propuesta de distribución de acuerdo con la alternativa seleccionada, siendo esta la alternativa 1, con los ajustes requeridos en baños, número de máquinas, espacios de almacenamiento y pasillos de circulación. La distribución propuesta para la planta se presenta en las ilustraciones 45, 46 y 47. Sin embargo, si se desea observar el levantamiento de planos remitirse al anexo F.

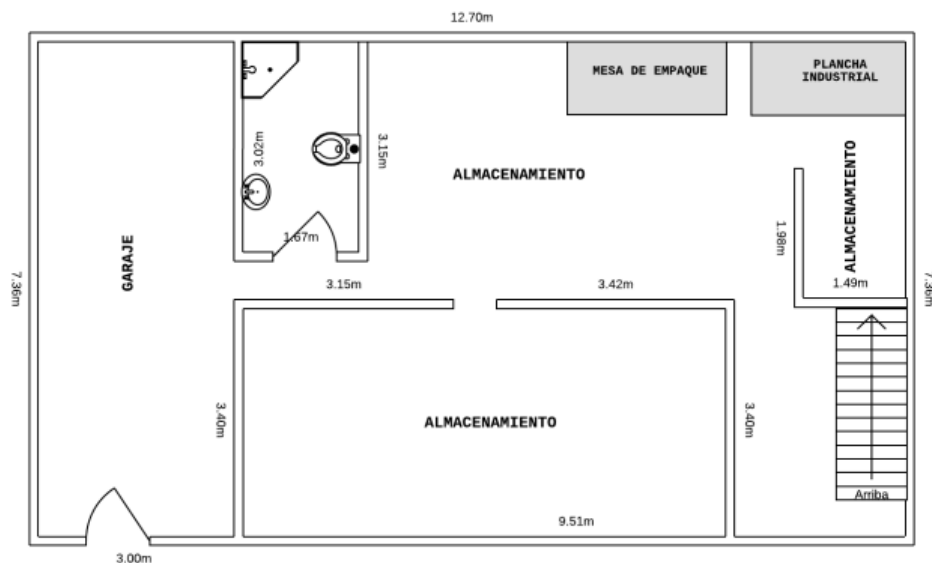


Ilustración 45. Propuesta de redistribución de la planta- Piso 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

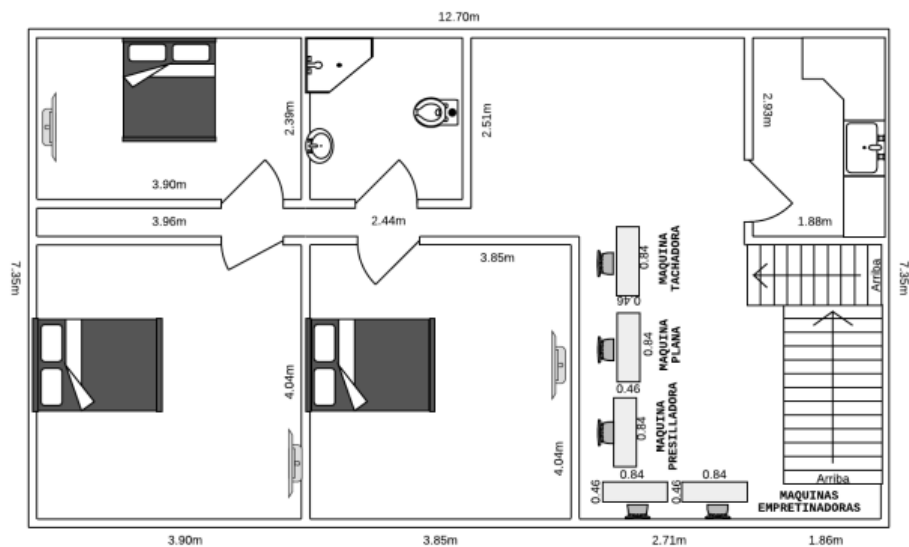


Ilustración 46. Propuesta de redistribución de la planta –Piso 2.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

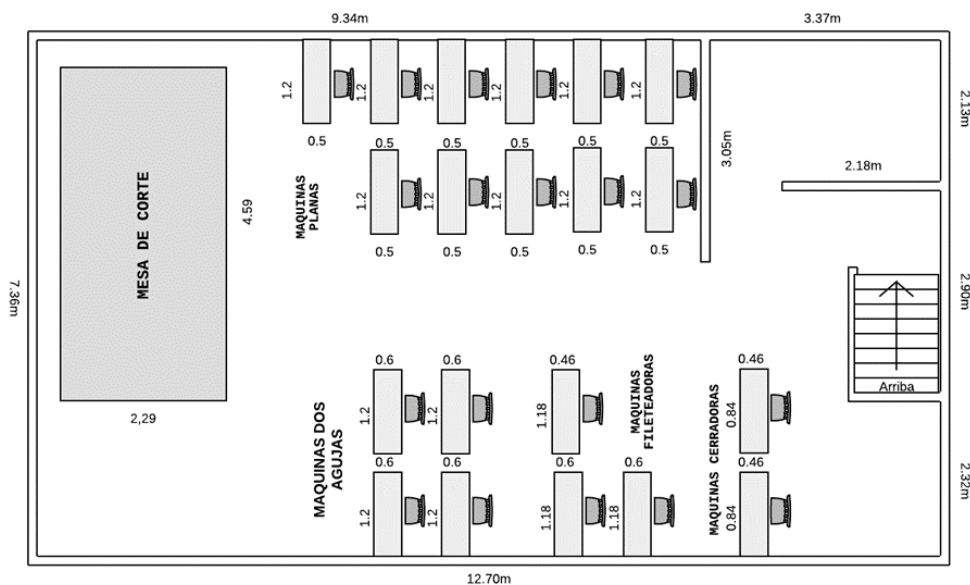


Ilustración 47. Propuesta de redistribución de la planta –Piso 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se evidencia mediante los planos presentados, que la planta cuenta con espacios para pasillos de circulación en todos los pisos y espacios para dejar los productos en proceso que tienen dentro de la jornada laboral.

6.3.1 Diagramas de flujo propuestos

Con base en los planos de la nueva planta de producción de la empresa *Growth Jean's*, se calcularon las distancias recorridas entre áreas, para realizar el diagrama de flujo del proceso propuesto y poder, con base en los tiempos de recorrido y de operación, calcular la productividad propuesta para la empresa. Cabe aclarar que se toma en cuenta el parámetro definido de un desplazamiento según Niebel & Freivalds (2009), en donde los desplazamientos de 5 pies o menores por lo general no se registran.

A continuación, en las ilustraciones 48 a 51, se presentan los diagramas de flujo del proceso propuesto, teniendo en cuenta la nueva ubicación de la maquinaria y elementos de la empresa *Growth Jean's*.

		Resumen							
Ubicación: Growth Jeans		Evento	Propuesto						
Actividad: Proceso de Corte			No.	T (min)	Dist. (mts)				
Fecha: 09/08/2018		Operación	10	12,027					
Operador: Simulación		Transporte	1	2,250	7,83				
Analista: Johan Vega, Mauricio Sanabria, Oscar Guío		Retrasos	0						
Metodo: Propuesto		Inspeccion	1	1,422					
Tipo: Trabajador		Almacen.	0						
Comentarios:		Total Tiempo (min)		15,70					
		Total Distancia (mts)		7,83					
NO.	Descripcion	Simbolo				T (min)	Dist. (mts)	Observaciones	
1	Llevar tela a la mesa	○	□	D	→	▽	2,25	7,83	
2	Tender la tela	●	□	D	→	▽	2,17		
3	Ubicar moldes en tela	●	□	D	→	▽	1,50		
4	Cortar delanteros	●	□	D	→	▽	1,00		
5	Cortar traseras	●	□	D	→	▽	0,76		
6	Cortar aletilla	●	□	D	→	▽	0,79		
7	Cortar aletillon	●	□	D	→	▽	0,86		
8	Cortar relojero	●	□	D	→	▽	0,92		
9	Cortar bolsillos	●	□	D	→	▽	1,04		
10	Cortar pretina	●	□	D	→	▽	1,45		
11	Amarrar piezas cortadas	●	□	D	→	▽	1,54		
12	Verificar cortes	○	■	D	→	▽	1,42		
Total		10	1	0	1	0	15,70	7,83	

Ilustración 48. Diagrama de flujo de proceso de corte propuesto.

Fuente: Elaboración propia, 2018

						Resumen						
						Propuesto						
Ubicación: Growth Jeans						Evento	No.	T (min)	Dist. (mts)			
Actividad: Proceso de confeccion						Operación	25	63,046				
Fecha: 09/08/2018						Transporte	12	6,93	28,18			
Operador: Simulación						Retrasos	2	9,50				
Analista: Johan Vega, Mauricio Sanabria, Oscar Guío						Inspeccion	0	0,000				
Metodo: Propuesto						Almacen.	0	0				
Tipo: Trabajador						Total Tiempo (min)		79,48				
Comentarios:						Total Distancia (mts)		28,18				
NO.	Descripcion	Simbolo				T (min)	Dist. (mts)	Observaciones				
1	Llevar piezas a fileteadora	○	□	D	→	▽	0,76	2,3				
2	Filetear piezas	●	□	D	→	▽	4,01	-				
3	Llevar aletilla, aletillon y manga delantera a maquina plana	○	□	D	→	▽	0,76	2,5				
4	Pegar cremallera a aletilla	●	□	D	→	▽	2,33	-				
5	pegar aletilla a la manga delantera derecha	●	□	D	→	▽	2,43					
6	Pegar cremallera al aletillon	●	□	D	→	▽	3,50					
7	Pegar aletillon a la manga delantera izquierda	●	□	D	→	▽	3,17					
8	Dobladillar relojero	●	□	D	→	▽	1,51	-				
9	Pegar relojero a vista	●	□	D	→	▽	1,50					
10	Pegar bolsillo a delantero	●	□	D	→	▽	2,20	-				
11	Pegar vistas a bolsillo	●	□	D	→	▽	1,45					
12	Pespuntar bolsillo	●	□	D	→	▽	3,00					
13	Esperar para ensamble	○	□	D	→	▽	6,67					
14	Llevar cotilla y traseros a dos agujas	○	□	D	→	▽	0,13	2				
15	Pegar cotilla a traseros	●	□	D	→	▽	1,50					
16	llevar a cerradora de codo	○	□	D	→	▽	0,40	2,4				
17	Cerrar tiro trasero	●	□	D	→	▽	2,26					
18	Llevar trasero a maquina plana	○	□	D	→	▽	0,37	2,34				
19	Llevar parches a maquina plana	○	□	D	→	▽	1,05	2,2				
20	dobladillar parche	●	□	D	→	▽	4,17					
21	Parchar	●	□	D	→	▽	1,92					
22	Llevar trasero a cerradora	○	□	D	→	▽	0,70	1,7				
23	Llevar delantero a cerradora	○	□	D	→	▽	0,47	2,1				
24	Unir entrepierna	●	□	D	→	▽	1,48					
25	Unir costados	●	□	D	→	▽	1,08					
26	Llevar a plana	○	□	D	→	▽	0,43	2,24				
27	Pespuntar entrepierna	●	□	D	→	▽	1,03					
28	Asentar constados	●	□	D	→	▽	0,93					
29	Esperar ensamble	○	□	D	→	▽	2,83					
30	Hechura de pretina	●	□	D	→	▽	2,25					
31	Llevar pretina a empretinadora	○	□	D	→	▽	0,45	2,2				
32	Llevar jean unido a pretinadora	○	□	D	→	▽	0,76	2,4				
33	Empretinar	●	□	D	→	▽	2,00					
34	Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	○	□	D	→	▽	0,65	3,8				
35	Hacer pasadores	●	□	D	→	▽	2,83					
36	Hacer puntas de pretina	●	□	D	→	▽	5,28					
37	Pespuntar pretina	●	□	D	→	▽	5,00					
38	Hacer bota	●	□	D	→	▽	3,70					
39	Ojalar	●	□	D	→	▽	2,50					
Total						25	0	2	12	0	79,48	28,18

Ilustración 49. Diagrama de flujo de proceso de confección propuesto.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Ubicación: Growth Jeans		Resumen							
		Evento	Propuesto						
Actividad: Proceso de rematado	No.		T (min)	Dist. (mts)					
Fecha: 09/08/2018	Operación	3	25,385						
Operador: Simulación	Transporte	3	5,00	28					
Analistas: Johan Vega, Mauricio Sanabria, Oscar Guío	Retrasos	0	0,00						
Metodo: Propuesto	Inspeccion	0							
Tipo: Trabajador	Almacen.	1	0,90						
Comentarios:	Total Tiempo (min)		31,29						
	Total Distancia (mts)		28						
NO.	Descripción	Símbolo					T (min)	Dist. (mts)	Observaciones
1	Llevar jean en proceso a la tachadora	○	□	D	→	▽	1,73	24	
2	Colocar taches	●	□	D	→	▽	10,01	-	
3	Botonar	●	□	D	→	▽	7,50	-	
4	Llevar jean a la mesa de corte	○	□	D	→	▽	2,40	2	
5	Despeluzar prenda	●	□	D	→	▽	7,88	-	
6	Llevar jean a almacenamiento	○	□	D	→	▽	0,87	2	
7	Almacenar	○	□	D	→	▽	0,90		
Total		3	0	0	3	1	31,29	28	

Ilustración 50. Diagrama de flujo de proceso de rematado propuesto.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Ubicación: Growth Jeans		Resumen							
		Evento	Propuesto						
Actividad: Proceso de empaque.	No.		T (min)	Dist. (mts)					
Fecha: 09/08/2018	Operación	5	9,943						
Operador	Transporte	2	0,77	10					
Analista: Johan Vega, Mauricio Sanabria, Oscar Guío	Retrasos	0	0,00						
Metodo: Propuesto	Inspeccion	1	3,010						
Tipo: Trabajador	Almacen.	1	2,58						
Comentarios:	Total Tiempo (min)		16,30						
	Total Distancia (mts)		10						
NO.	Descripción	Símbolo					T (min)	Dist. (mts)	Observaciones
1	Llevar jean a plancha	○	□	D	→	▽	0,27	1	
2	Ubicar prenda en la máquina	●	□	D	→	▽	0,90	-	
3	Planchar	●	□	D	→	▽	2,80	-	
4	Doblar jean	●	□	D	→	▽	1,00	-	
5	Colocar garra	●	□	D	→	▽	2,33	-	
6	Verificar pantalon	○	□	D	→	▽	3,01	-	
7	Empacar	●	□	D	→	▽	2,90	-	
8	Llevar producto terminado a estante	○	□	D	→	▽	0,50	3	
9	Almacenar	○	□	D	→	▽	2,58	-	
Total		5	1	0	2	1	16,30	4	

Ilustración 51. Diagrama de flujo de proceso de empaque propuesto.

Fuente: Elaboración propia, 2018

De acuerdo con lo anterior, se observa que se requieren 140,49 minutos para producir una orden de producción de pantalones, lo que indica una disminución del tiempo de proceso de 18.77 minutos con respecto a la distribución actual.

Además, la distancia recorrida pasó de 120,14 metros a 70,4 metros, lo que indica una disminución de 50 metros en el proceso de producción, lo que evidencia que los recorridos dentro de la planta, con la distribución propuesta, disminuyen y se verán reflejados en el nuevo cálculo de la productividad de la empresa.

6.3.2 Diagramas de recorridos propuestos

Igualmente, se presenta en las ilustraciones, de la 52 a la 59, los diagramas de recorrido de la distribución propuesta para la planta de producción en cada área, que permite evidenciar el flujo del proceso por la planta, y se observa que existe un nuevo flujo continuo del proceso.

El recorrido propuesto del proceso de corte se observa en las ilustraciones 52 y 53, donde inicia en el transporte de materia prima a la mesa de corte ubicada en el tercer piso, transporte (1), luego se realizan las actividades en la mesa de corte, operaciones (2 a 11), luego se verifican los cortes realizados (12), y de allí se llevan al área de almacenamiento de producto en proceso, que estará ubicada al lado de la mesa de corte, evitando así los 10,56 m que tenía que realizar anteriormente el operario.

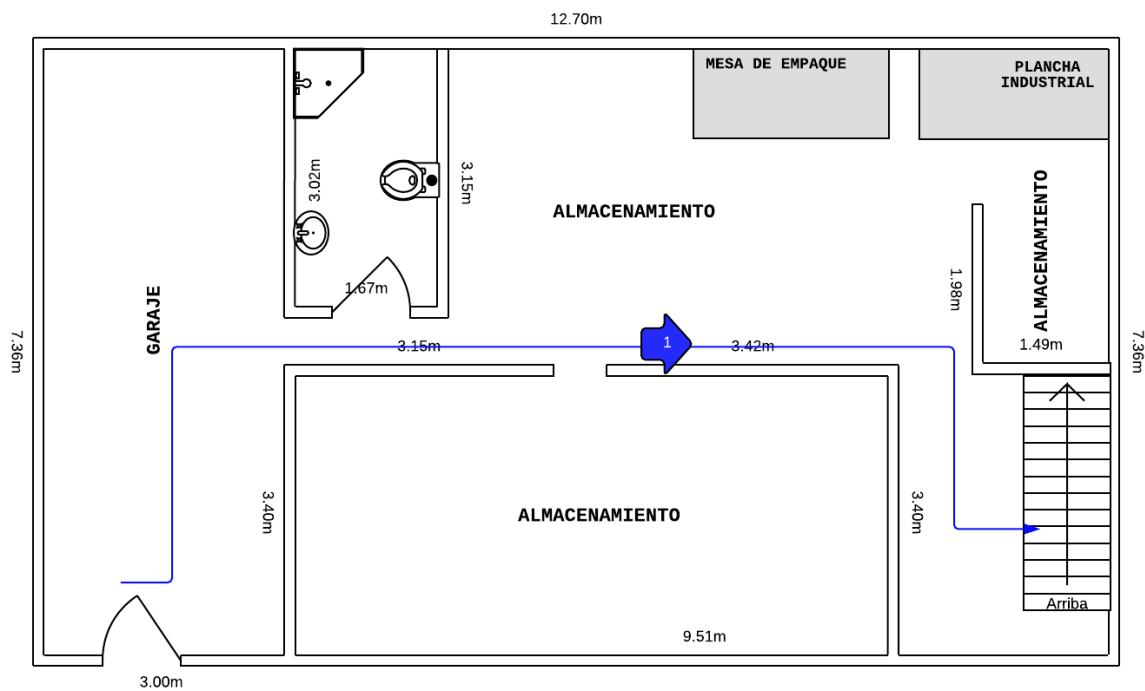


Ilustración 52. Diagrama de recorrido proceso corte Propuesto - Piso 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

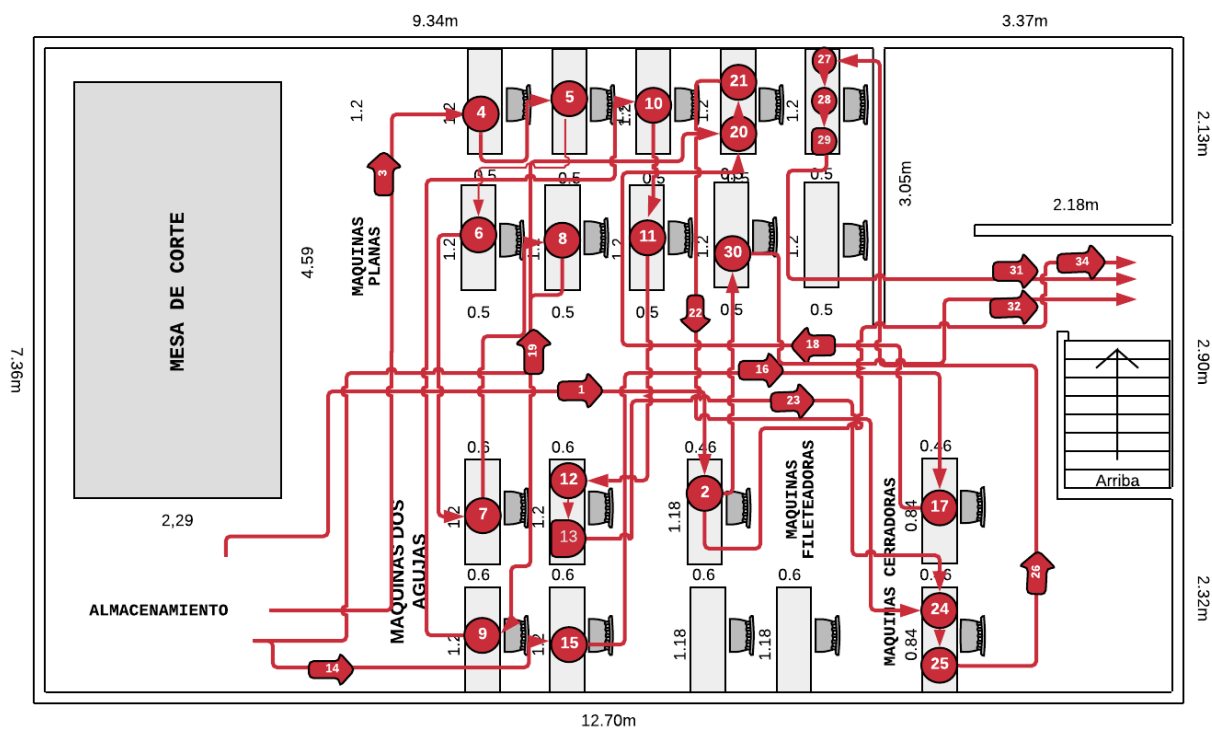


Ilustración 54. Diagrama de recorrido proceso confección propuesto- Piso 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

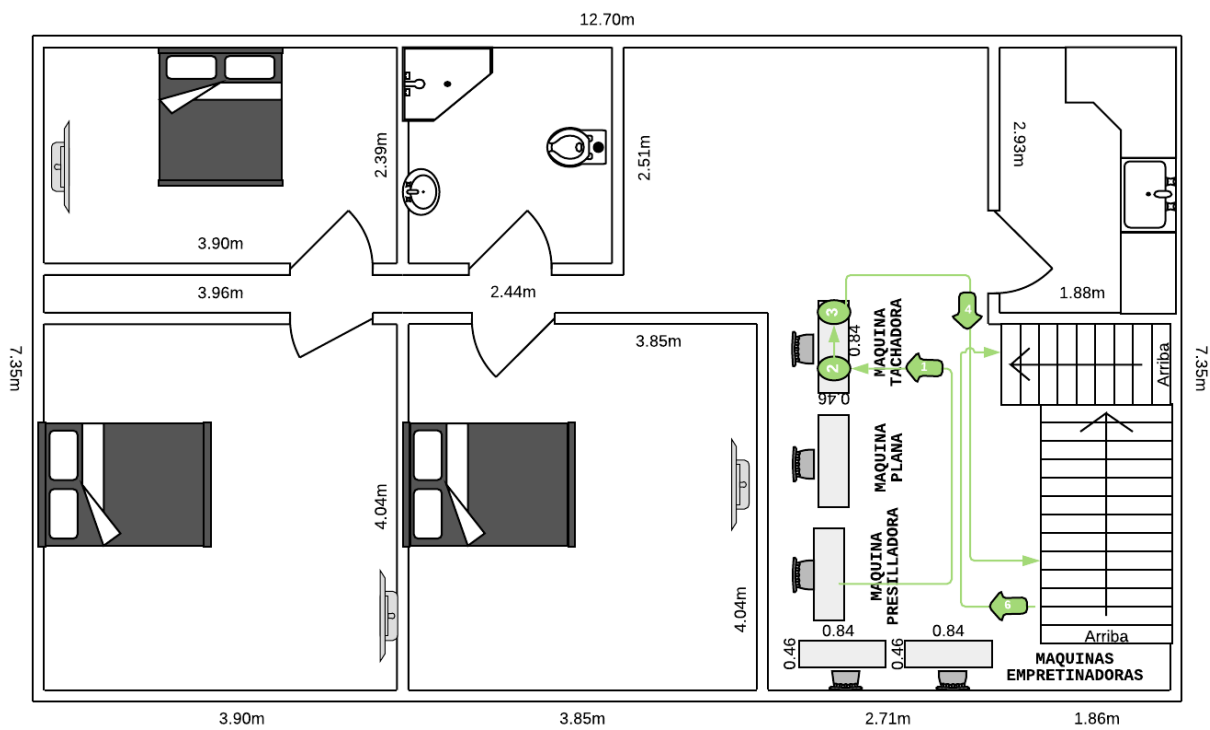


Ilustración 56. Diagrama de recorrido proceso rematado propuesto - Piso 2.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

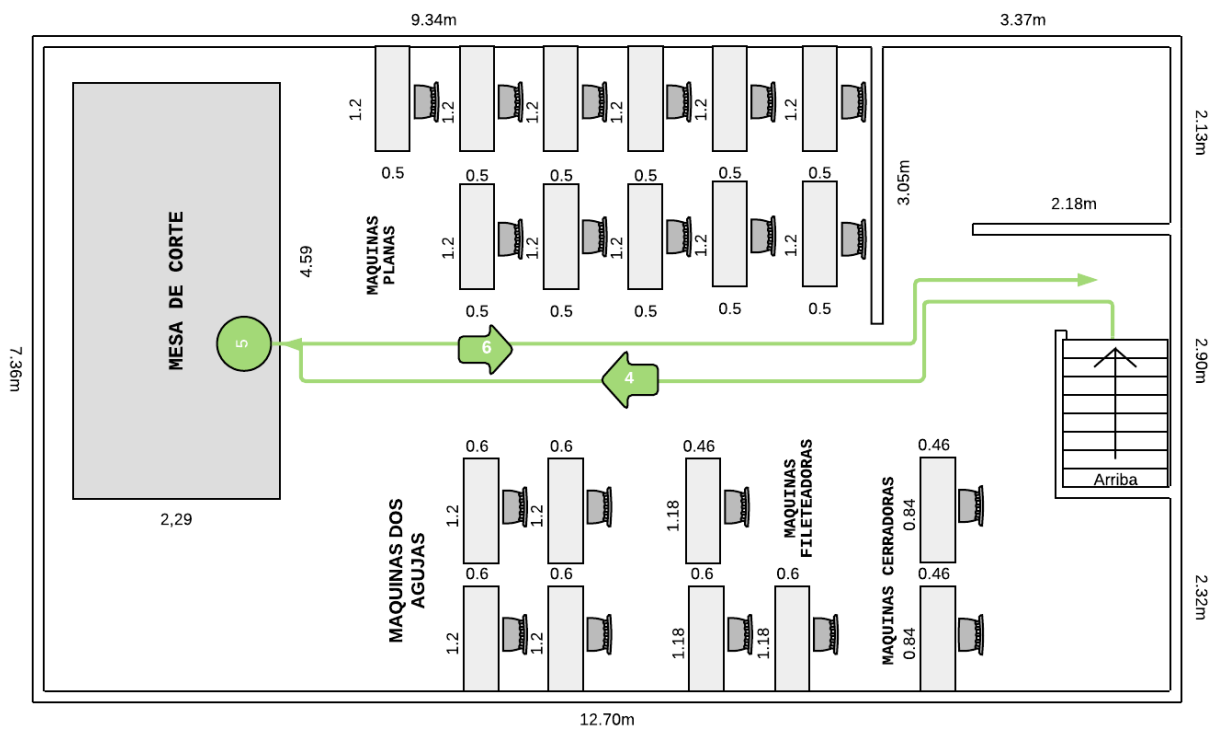


Ilustración 57. Diagrama de recorrido proceso rematado Propuesto- Piso 3.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

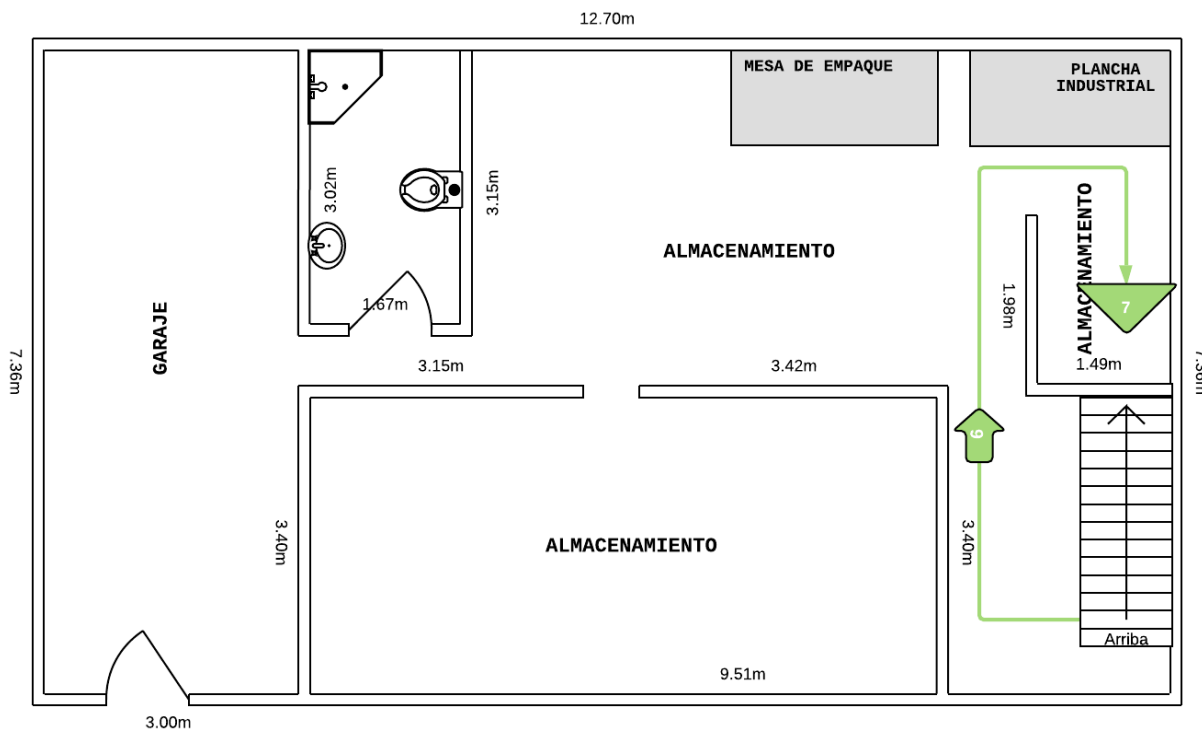


Ilustración 58. Diagrama de recorrido procesos rematado propuesto - Piso 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Finalmente, el recorrido propuesto del proceso de empaque que se observa a continuación, en la ilustración 59, comparado con el proceso actual, trae beneficios tanto para el operario como para el manejo de material, ya que, tal como se pudo evidenciar en la situación diagnóstica de la empresa, este proceso tiene recorridos innecesarios. Para lo cual, mediante la nueva distribución se propone que la mesa de empaque y la plancha estén más cerca, evitando largos recorridos y desplazamientos frecuentes del material, además, la actividad de doblado será realizada en la mesa de empaque en vez de la mesa de corte, evitando dicho recorrido, y disminuyendo el tiempo improductivo en el proceso.

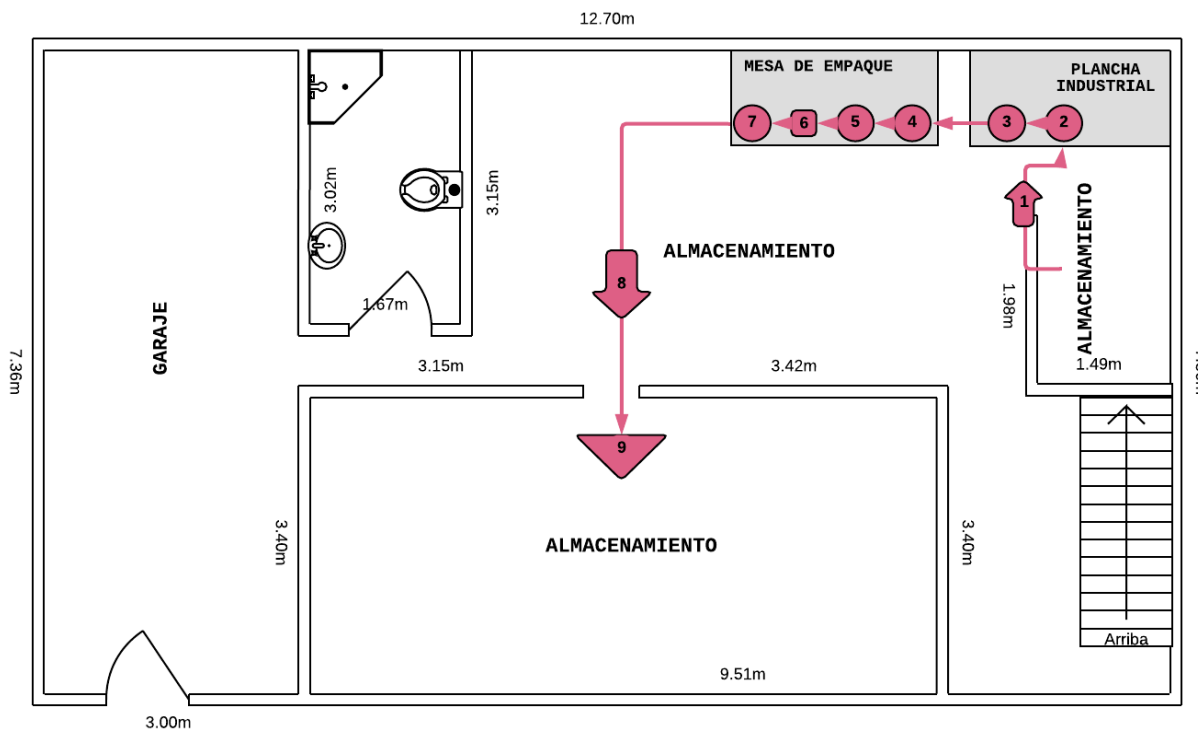


Ilustración 59. Propuesta diagrama de recorrido proceso de empaque- Piso 1.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

6.3.3 Tiempos propuestos

Las siguientes tablas de la tabla 36 a la 39, presentan el resumen de los tiempos de proceso de producción con los ajustes de la propuesta de solución, en relación con el tiempo de los recorridos para corte, confección, rematado y empaquetado.

Tabla 36. Resumen del estudio de tiempos ajustados -corte-, tiempos en minutos.

Corte		
No	Proceso	Tiempo estándar (min/10 pantalones)
1	Llevar tela a la mesa	2,25
2	Tender la tela	2,17
3	Ubicar moldes en tela	1,5

Corte		
No	Proceso	Tiempo estándar (min/10 pantalones)
4	Cortar delanteros	1
5	Cortar traseras	0,76
6	Cortar aletilla	0,79
7	Cortar aletillón	0,86
8	Cortar relojero	0,92
9	Cortar bolsillos	1,04
10	Cortar pretina	1,45
11	Amarrar piezas cortadas	1,54
12	Verificar cortes	1,42
Total		15,7
Total Transportes		2,25

Fuente. Elaboración propia, 2018

Se observa un tiempo de ciclo del proceso de corte de 15,70 minutos, de las cuales 2,25 minutos son tiempos de transporte, es decir un 14 % del proceso, un 5% menor que en el proceso actual.

Tabla 37. Resumen del estudio de tiempos ajustados -confección-, tiempos en minutos

Confección		
No	Proceso	Tiempo estándar (min/10 pantalones)
1	Llevar piezas a fileteadora	0,76
2	Filetear piezas	4,01
3	Llevar aletilla, aletillón y manga delantera a máquina plana	0,76
4	Pegar cremallera a aletilla	2,33
5	pegar aletilla a la manga delantera derecha	2,43
6	Pegar cremallera al aletillón	3,5
7	Pegar aletillón a la manga delantera izquierda	3,17
8	Dobladillar relojero	1,51
9	Pegar relojero a vista	1,5
10	Pegar bolsillo a delantero	2,2
11	Pegar vistas a bolsillo	1,45
12	Pespuntar bolsillo	3
13	Esperar para ensamble	6,67

Confección		
No	Proceso	Tiempo estándar (min/10 pantalones)
14	Llevar cotilla y traseros a dos agujas	0,13
15	Pegar cotilla a traseros	1,5
16	llevar a cerradora de codo	0,4
17	Cerrar tiro trasero	2,26
18	Llevar trasero a máquina plana	0,37
19	Llevar parches a máquina plana	1,05
20	dobladillar parche	4,17
21	Parchar	1,92
22	Llevar trasero a cerradora	0,7
23	Llevar delantero a cerradora	0,47
24	Unir entrepierna	1,48
25	Unir costados	1,08
26	Llevar a plana	0,43
27	Pespuntar entrepierna	1,03
28	Asentar constados	0,93
29	Esperar ensamble	2,83
30	Hechura de pretina	2,25
31	Llevar pretina a empretinadora	0,45
32	Llevar jean unido a Empretinadora	0,76
33	Empretinar	2
34	Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	0,65
35	Hacer pasadores	2,83
36	Hacer puntas de pretina	5,28
37	Pespuntar pretina	5
38	Hacer bota	3,7
39	Ojalar	2,5
Total		79,48
Total Transportes		6,93
Total Esperas		9,5

Fuente. Elaboración propia, 2018

Se observa un tiempo de ciclo del proceso de confección de 79,48 minutos, de los cuales 6,93 minutos son tiempos de transporte, es decir un 9% del tiempo total del proceso, 9,50 minutos son

destinados a esperas, es decir, el 12 % del tiempo total del proceso, para un total del 21% entre el tiempo en transportes y esperas, un 11% menor que en el proceso actual.

Tabla 38. Resumen del estudio de tiempos ajustados -rematado-, tiempos en minutos

Rematado		
No	Proceso	Tiempo estándar (min/10 pantalones)
1	Llevar jean en proceso a la tachadora	0,22
2	Colocar taches	10
3	Botonar	7,5
4	Llevar jean a la mesa de corte	1,1
5	Despeluzar prenda	7,83
6	Llevar jean a almacenamiento	1,53
7	Almacenar	0,83
Total		29,01
Total transportes		2,85

Fuente. Elaboración propia, 2018

Se observa un tiempo de ciclo del proceso de rematado de 29,01 minutos, de las cuales 2,85 minutos son tiempos de transporte, es decir un 10 % del proceso, y un 6 % menor que en el proceso actual con el que cuenta la empresa.

Tabla 39. Resumen del estudio de tiempos ajustados -empaque-, tiempos en minutos

Empaque		
No	Proceso	Tiempo estándar (min/10 pantalones)
1	Llevar jean a plancha	0,27
2	Ubicar prenda en la máquina	0,9
3	Planchar	2,8
4	Doblar jean	1
5	Colocar garra	2,33
6	Verificar pantalón	3,01
7	Empacar	2,9
8	Llevar producto terminado a estante	0,5

Empaque		
No	Proceso	Tiempo estándar (min/10 pantalones)
9	Almacenar	2,58
Total		16,3
Total transportes		0,77

Fuente. Elaboración propia, 2018

6.4 Simulación propuesta de la empresa

Con base en la distribución de planta propuesta, se realizó una simulación de la propuesta en el programa FlexSim (Ver ficha técnica en Anexo H) con fines descriptivos, de manera que se apreciara el flujo del proceso. A continuación, se presenta el plano de la simulación en la ilustración 60.

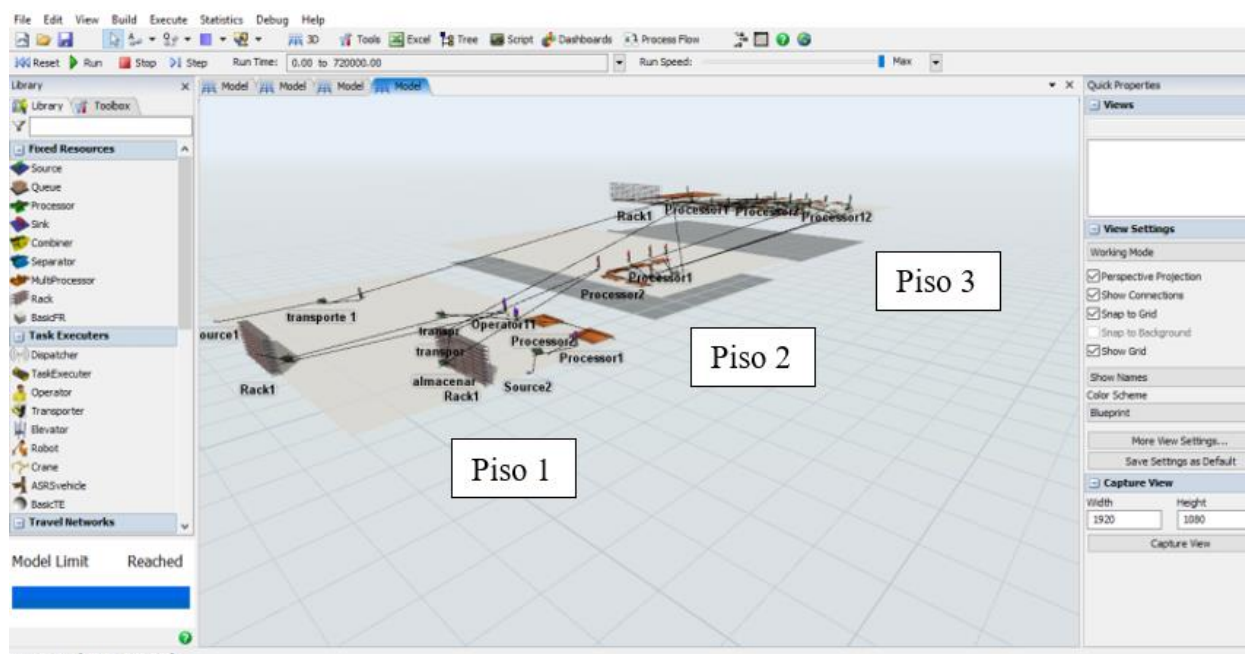


Ilustración 60. Simulación en FlexSim.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Además, se muestra en las ilustraciones, de la 61 a la 63, la distribución más detallada de cada piso de la empresa.

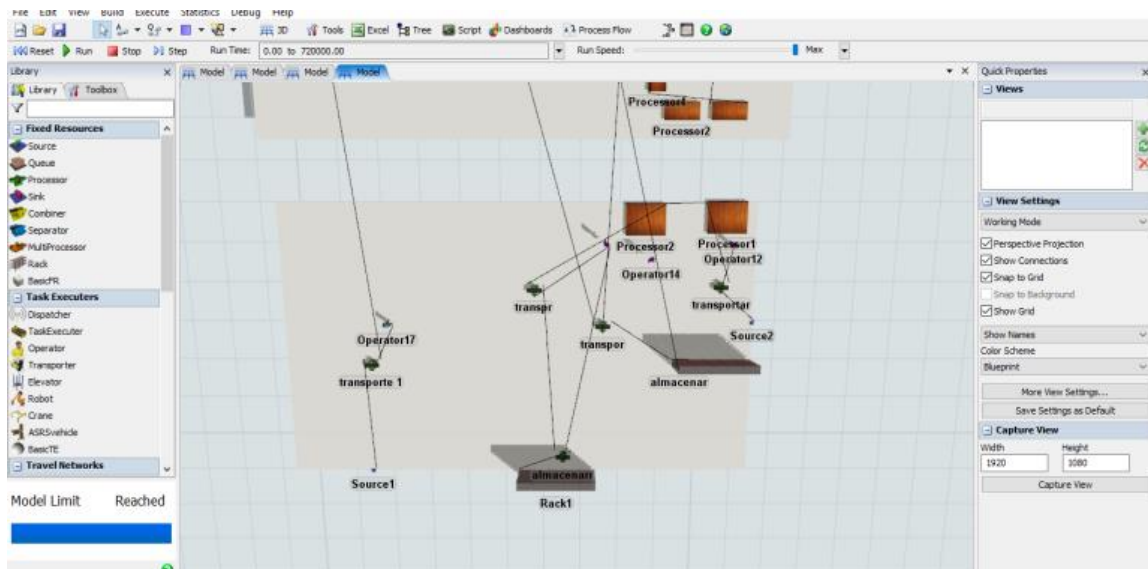


Ilustración 61. Distribución simulación- Piso 1.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

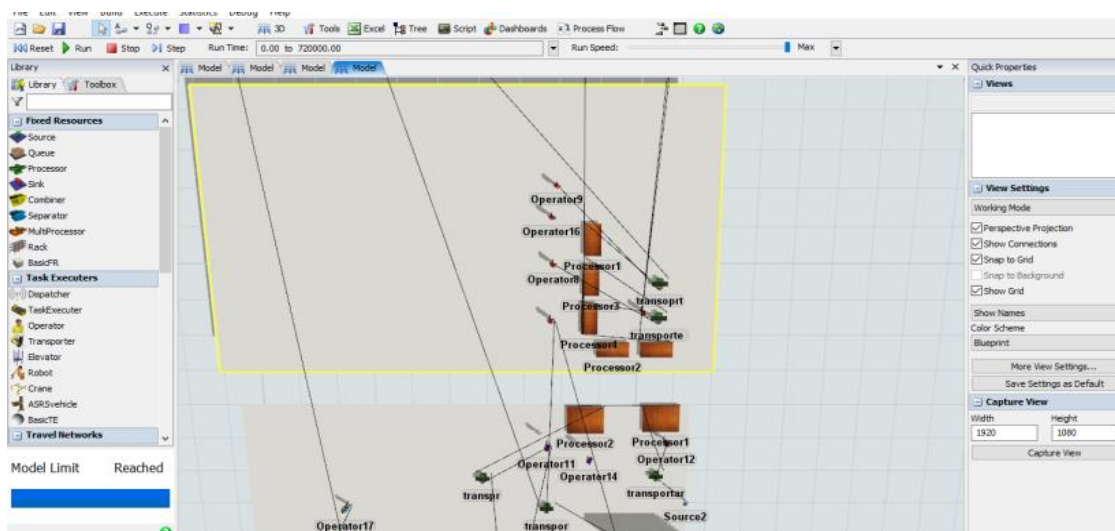


Ilustración 62. Distribución simulación- Piso 2.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

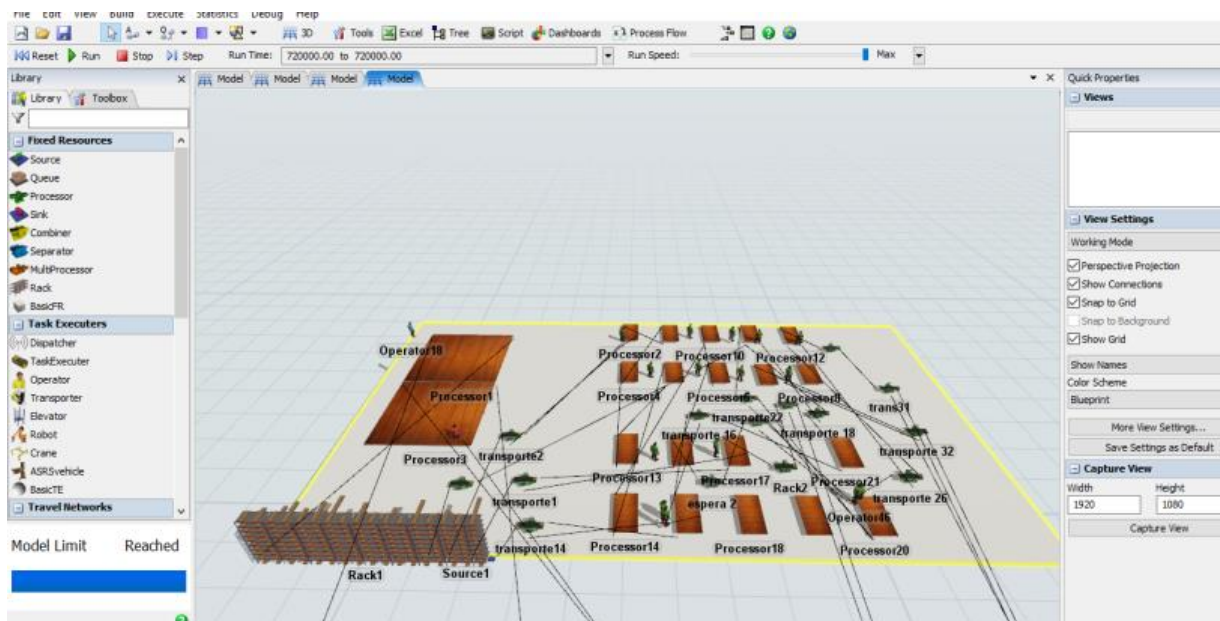


Ilustración 63. Distribución simulación- Piso 3.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Los resultados de la simulación evidencian un flujo del proceso, en el cual los tiempos de proceso y distancias se disminuyen, principalmente, en las actividades de transporte del material entre centros de trabajo. Por lo tanto, se aprovechará más la capacidad de las maquinas dentro de la planta, como se puede ver en las ilustraciones de la 64 a la 66. Cabe aclarar que se simula con un tiempo de 1.123.200 segundos, equivalentes al turno matutino y medio turno de la tarde, es decir, 12 horas diarias por los 26 días laborales del mes, todo esto multiplicado por 3600 para convertirlo a segundos.

A continuación, en la ilustración 64, se evidencia que en un mes se podrían cortar 989 lotes de 10 unidades de pantalones, es decir 9890 unidades de partes de pantalón cortadas.

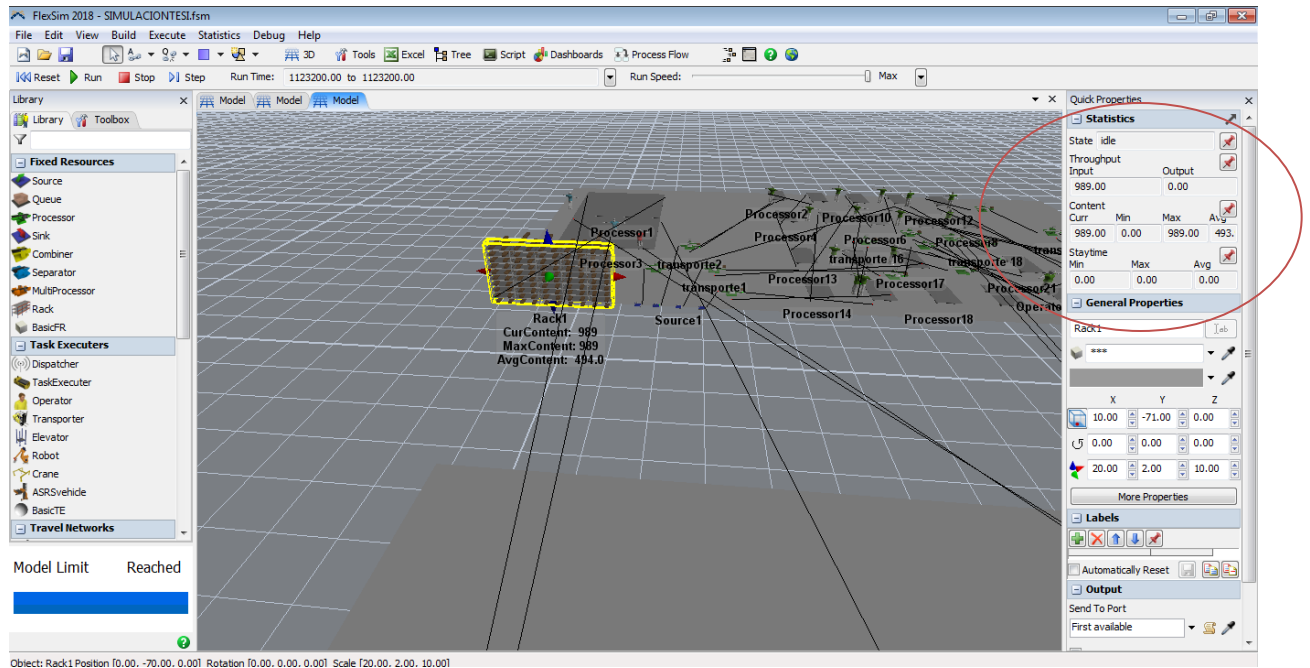


Ilustración 64. Cantidad producción corte.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Por otro lado, se evidencian mejoras en el proceso de confección, ya que no tendrá almacenaje de producto en proceso antes de pasar al área de rematado, en donde el producto en proceso será enviado a las empretinadoras. Al finalizar, ambas áreas, tanto confección como rematado manejarán el mismo rack de almacenamiento, por lo que, como se puede ver en la ilustración 65, en un mes entero se podrían confeccionar y rematar 222 lotes de 10 unidades, es decir, 2220 unidades de pantalones.

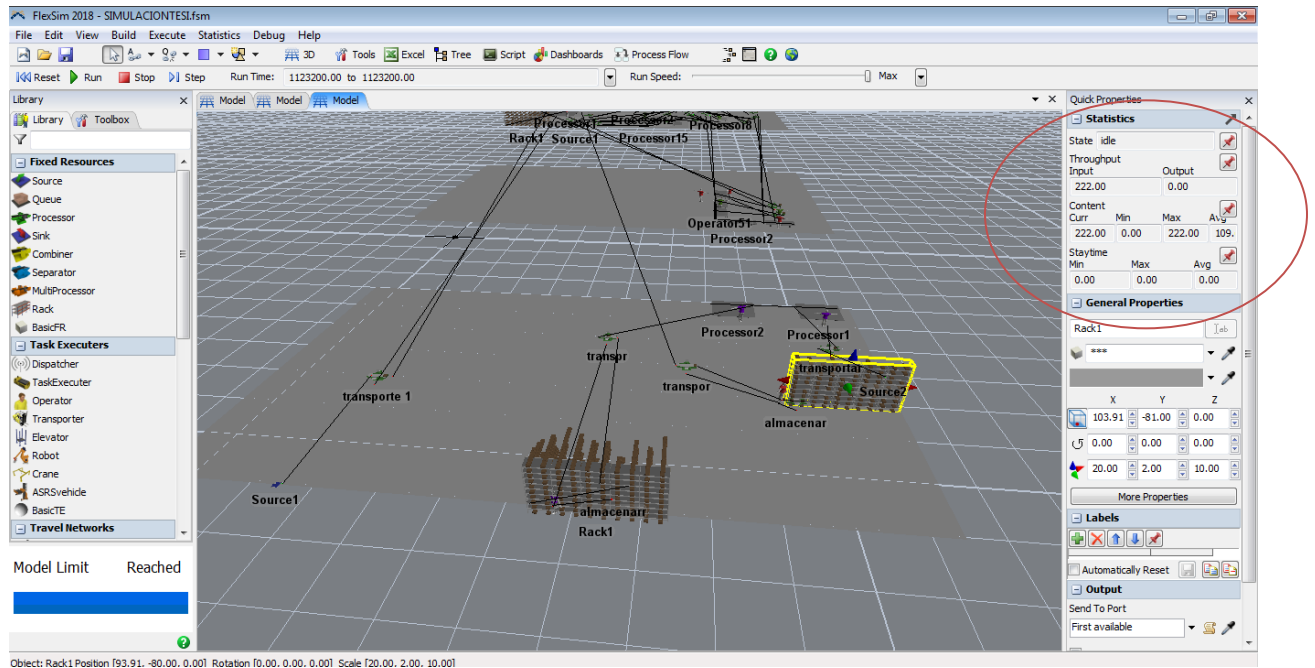


Ilustración 65. Cantidad producción confección y rematado.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Además, en la ilustración 66 se puede ver que, en un mes entero, se podrían llegar a empacar 995 lotes de 10 unidades, es decir 9950 de pantalones terminados.

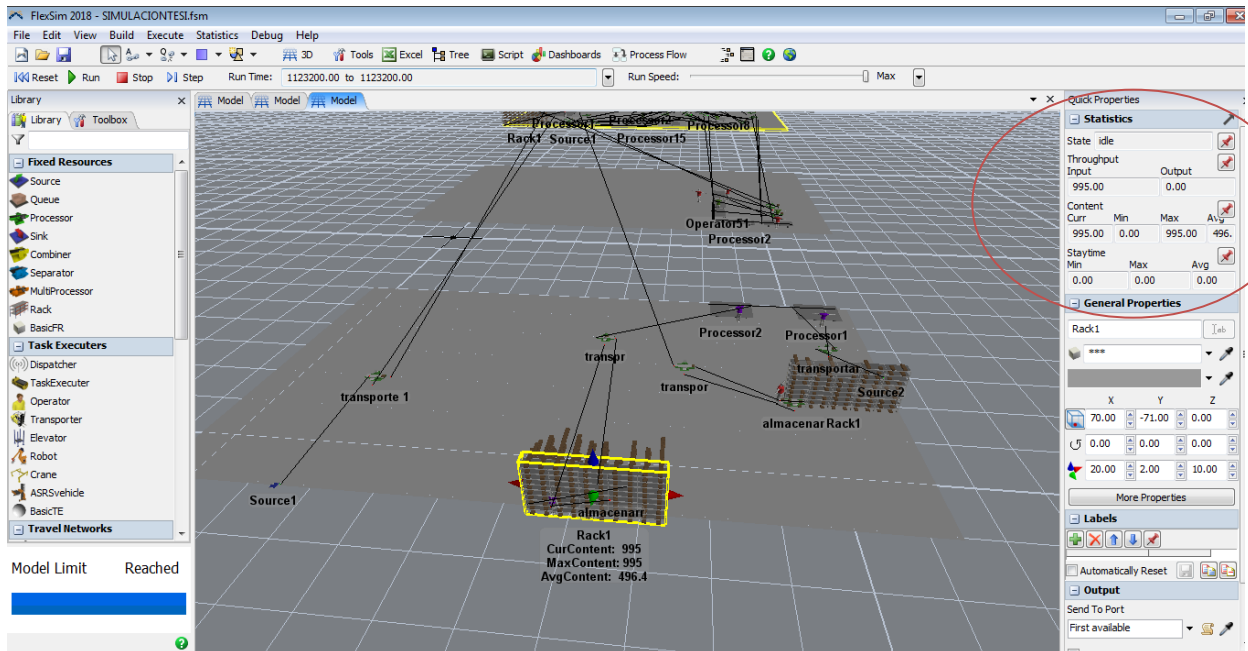


Ilustración 66. Cantidad producción empaque.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Sin embargo, teniendo en cuenta que el área de confección sigue siendo el cuello de botella, se entiende que en un mes de trabajo utilizando la propuesta de redistribución de planta, se fabricarían alrededor de 2220 pantalones, aumentando 656 pantalones, comparado a los 1.564 - capacidad efectiva actual-.

6.5 Análisis de los factores de Muther de la propuesta

De acuerdo con la información presentada anteriormente, se identifican algunos elementos importantes dentro de la propuesta de redistribución planteada para la empresa, en este sentido, se presentan a continuación los 8 factores de Muther para la propuesta, recogiendo dichos elementos y describiendo las mejoras correspondientes.

6.5.1 Materiales

La presente propuesta de redistribución en planta tiene en cuenta el manejo del material, debido a que se evidenciaron varios inconvenientes en el diagnóstico de la situación actual, en donde se presentaban desordenes de material, ya que éste se encontraba muchas veces sobre el suelo e interrumpiendo el adecuado flujo por los corredores de la empresa.

Para lo tanto, por medio de la propuesta se tiene en cuenta un adecuado almacenamiento del material en proceso, elementos de transporte y demarcación de pasillos y áreas de trabajo.

Además, se plantea para los materiales que el lugar donde se almacenen las materias primas y productos en proceso se encuentren cerca del área de producción, particularmente del corte, confección y empaque, para reducir, de tal manera, los tiempos de transporte y, sumado a esto, aumentar la producción de la empresa.

Finalmente, el costo propuesto por mover material en la empresa suma \$15.834 teniendo en cuenta que se realiza el movimiento de material tal como se presenta en la tabla 40, esto implica una reducción de: \$20.160 diarios.

Tabla 40. Costo de mover el material en la propuesta

Proceso	ACTIVIDAD	Tiempo (min)	# veces/día	Total min	Total Horas	Valor Hora	Costo Manejo Material
Corte	Llevar tela a la mesa	2,25	11,00	24,75	0,41	\$ 6.250	\$ 2.578
Corte	Verificar cortes	1,42	11,00	15,64	0,26	\$ 6.250	\$ 1.629
Confección	Llevar piezas a fileteadora	0,76	11,00	8,36	0,14	\$ 6.250	\$ 871
Confección	Llevar aletilla, aletillon y manga delantera a máquina plana	0,76	11,00	8,32	0,14	\$ 6.250	\$ 866
Confección	Llevar cotilla y traseros a dos agujas	0,13	11,00	1,47	0,02	\$ 6.250	\$ 153
Confección	Llevar trasero a máquina plana	0,37	11,00	4,07	0,07	\$ 6.250	\$ 424
Confección	Llevar parches a máquina plana	1,05	11,00	11,55	0,19	\$ 6.250	\$ 1.203

Confección	Llevar trasero a cerradora	0,70	11,00	7,70	0,13	\$ 6.250	\$ 802
Confección	Llevar delantero a cerradora	0,47	11,00	5,13	0,09	\$ 6.250	\$ 535
Confección	Llevar a plana	0,43	11,00	4,77	0,08	\$ 6.250	\$ 497
Confección	Llevar pretina a empretinadora	0,45	11,00	4,95	0,08	\$ 6.250	\$ 516
Confección	Llevar jean unido a pretinadora	0,76	11,00	8,36	0,14	\$ 6.250	\$ 871
Confección	Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	0,65	11,00	7,15	0,12	\$ 6.250	\$ 745
Rematado	Llevar jean en proceso a la tachadora	0,22	11,00	2,38	0,04	\$ 6.250	\$ 248
Rematado	Llevar jean a la mesa de corte	1,10	11,00	12,10	0,20	\$ 6.250	\$ 1.260
Rematado	Llevar jean a almacenamiento	1,53	11,00	16,83	0,28	\$ 6.250	\$ 1.753
Empaque	Llevar jean a plancha	0,27	11,00	2,97	0,05	\$ 6.250	\$ 309
Empaque	Llevar producto terminado a estante	0,50	11,00	5,50	0,09	\$ 6.250	\$ 573
Total							\$ 15.834

6.5.2 Maquinaria

En cuanto a este factor, se tuvo en cuenta la definición de un área para la ubicación de las máquinas, teniendo en cuenta el proceso de producción, dado que, como se menciona en el diagnóstico de la situación actual, la maquinaria se ha ubicado de manera desordenada de acuerdo a la forma como se fueron adquiriendo, sin embargo, esto genera un gasto de tiempo en recorridos, lo que implica una pérdida en la inversión de horas-hombre en la realización de recorridos.

Se propone que las máquinas se organicen siguiendo la ruta del proceso de producción, es decir, que cerca del área de almacenamiento de las piezas cortadas se encuentre el área de confección, inmediatamente continúe al área de rematado, luego sea almacenado en el primer piso, cerca del área de empaque, estando a corta distancia del área de almacenamiento de la bodega de producto terminado. De esta manera, es necesario mover todas las máquinas de su ubicación actual, es importante mencionar que, en cuanto a las instalaciones eléctricas necesarias, solo se requiere

realizar ajustes en el segundo piso, en donde antes se realizaba el almacenamiento de producto en proceso, y que será importante tener presente el costo de este cambio en la malla eléctrica para el análisis financiero.

6.5.3 Mano de obra

El personal debe contribuir en la redistribución de la planta, por lo menos por 4 días, lo cual implica que se tenga en cuenta dentro del análisis el costo beneficio de la propuesta.

6.5.4 Edificio

El área de ocupación será la misma que se tiene actualmente, 280 m², sin embargo, la distribución de las áreas se realizará de una forma diferente y adecuada para el nuevo flujo del proceso de producción.

Además, se destinará un espacio para el almacenamiento de los desechos, ubicado dentro del garaje del primer piso, el cual cuenta con su adecuada ventilación, ver plano primer piso Anexo F.




6.5.5 Movimiento

Este factor hace referencia a las diferentes formas en que se transportan, tanto las personas como los materiales, dentro de la empresa. Para la propuesta de solución y los costos de implementación de la propuesta se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Demarcación de los pasillos:** Con el fin de tener una mejor circulación del material y del personal dentro de la planta de producción, se propone una demarcación de los pasillos para el transporte de la materia prima, producto en proceso y producto terminado.
- **Carga de Materia Prima y Producto Terminado:** Como se observó, los operarios tienen que cargar la materia prima en rollos para el desarrollo del producto, transportarlo durante el

proceso de producción y, al finalizarlo, empacarlo en bultos para su distribución. Por estas razones, se propone la compra de dos carretillas manuales, 30 canastillas plegables y 5 carros portacajas, como se observa a continuación, en la tabla 41.

Tabla 41. Elementos para manejo de material

Elementos de transporte	Ilustración
Carretillas manuales	
Canastilla plegable	
Carro manija plegable	

Fuente: Los Autores, 2018

Con la utilización de estos elementos los rollos de tela, los productos en proceso y los productos terminados serán más fáciles de transportar y no estarán ubicados en el suelo. De igual manera, mediante la adquisición de estos elementos, se busca mejorar la calidad de vida de los operarios y los tiempos de producción, dado que se evidencia una disminución de tiempos en el transporte de materia prima y producto en proceso. Esos tiempos podrán invertirse para la

producción más eficiente. A continuación, en la tabla 42, se presenta la propuesta realizada para la movilización del material dentro de la planta.

Tabla 42. Movilización de material propuesto.

Recorrido	Distancia Recorrida (m)	Responsable	Material	Método
Llevar tela a la mesa	5,83	Operario	Rollos de tela	Carretilla manual
Llevar piezas al almacenamiento	1,3	Operario	Tela	Canastillas plegables
Llevar piezas a fileteadora	2,3	Operario	Mangas del pantalón	Canastillas plegables
Llevar aletilla, aletillón y manga delantera a máquina plana	2,5	Operario	Producto en proceso	Canastillas plegables
Llevar relojero, vista, bolsillo blanco a plana	1,1	Operario	Producto en proceso	Canastillas plegables
Llevar cotilla y traseros a dos agujas	2	Operario	Producto en proceso	Canastillas plegables
llevar a cerradora de codo	2,4	Operario	Delantera	Canastillas plegables
Llevar trasero a máquina plana	2,34	Operario	Trasera	Canastillas plegables
Llevar parches a máquina plana	2,2	Operario	Parches	Canastillas plegables
Llevar trasero a cerradora	1,7	Operario	Trasera	Canastillas plegables
Llevar delantero a cerradora	2,1	Operario	Delantera	Canastillas plegables
Llevar a plana	2,24	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar pretina de fileteadora a plana	3,69	Operario	Pretina	Canastillas plegables
Llevar pretina a empretinadora	2,2	Operario	Pretina	Canastillas plegables

Recorrido	Distancia Recorrida (m)	Responsable	Material	Método
Llevar jean unido a pretinadora	2,4	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	3,8	Operario	Pasadores	Canastillas plegables
Llevar a plana	1,2	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar a presilladora	1,1	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar jean en proceso a la tachadora	2	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar jean a la mesa de corte	12	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar jean a almacenamiento	4	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar jean a plancha	1	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar jean a la mesa	2	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar jean a mesa de empaque	4	Operario	Pantalón	Canastillas plegables
Llevar producto terminado a estante	3	Operario	Pantalón	Carretilla manual
Total	70,4			

Fuente: Los Autores, 2018

A continuación, en la tabla 43, se presenta el tiempo en minutos de recorrido y la distancia a recorrer durante el proceso de producción.

Tabla 43. Tiempo y distancia de movilización de material propuesto

Recorrido	Distancia Recorrida (m)	Tiempo (min)
Llevar tela a la mesa	5,83	2,25
Llevar piezas al almacenamiento	1,3	0,12
Llevar piezas a fileteadora	2,3	0,76
Llevar aletilla, aletillón y manga delantera a máquina plana	2,5	0,76
Llevar relojero, vista, bolsillo blanco a plana	1,1	0,1
Llevar cotilla y traseros a dos agujas	2	0,13
llevar a cerradora de codo	2,4	0,4
Llevar trasero a máquina plana	2,34	0,37
Llevar parches a máquina plana	2,2	1,05
Llevar trasero a cerradora	1,7	0,7
Llevar delantero a cerradora	2,1	0,47
Llevar a plana	2,24	0,43
Llevar pretina de fileteadora a plana	3,69	0,1
Llevar pretina a empretinadora	2,2	0,45
Llevar jean unido a pretinadora	2,4	0,76
Llevar pasadores de fileteadora a presilladora	3,8	0,65
Llevar a plana	1,2	0,1
Llevar a presilladora	1,1	0,12
Llevar jean en proceso a la tachadora	2	0,22
Llevar jean a la mesa de corte	12	1,1
Llevar jean a almacenamiento	4	1,53
Llevar jean a plancha	1	0,27
Llevar jean a la mesa	2	0,1
Llevar jean a mesa de empaque	4	0,1
Llevar producto terminado a estante	3	0,5
Total	70,4	13,54

Fuente: Los Autores, 2018

6.5.6 Esperas

Las esperas que se presentan en el proceso de producción son inevitables, dado que se refieren a las esperas de ensamble, que tardan 9.5 minutos.

6.5.7 Servicio

Para el trabajador, se implementará un nuevo baño a su disposición, con el ánimo de brindarle mayor comodidad, al igual que la implementación de los *lockers*, en los cuales podrá guardar sus elementos durante la jornada laboral.

De igual manera, se realizarán jornadas de aseo dentro de la bodega, que permitan mantener la bodega libre de desperdicios y desorden y disminuir los riesgos de enfermedades laborales, por otro lado, la adquisición de las carretillas manuales contribuirá a disminuir los riesgos de accidente dentro de la bodega.

6.5.8 Cambio

Se espera realizar un cambio total dentro de la ubicación de las máquinas y zonas de la planta actual y, con estos ajustes, cumplir con los objetivos de tener un flujo de proceso continuo y disminuir los transportes de materia prima dentro de la planta de producción.

6.6 Productividad propuesta de la empresa

El cálculo de la productividad de la empresa se realiza utilizando la misma fórmula que se usa para el diagnóstico, para lo cual es necesario conocer el número de unidades producidas y la unidad de trabajo, siendo este el factor del número de trabajadores en las horas del turno durante el día y en el número de días laborales del mes.

$$Productividad\ del\ trabajo = \frac{\# unidades\ producidas\ por\ mes}{\# trabajadores * horas\ del\ día * día\ del\ mes}$$

Ecuación 17. Productividad del trabajo

Como se realizó en el diagnóstico, se toman las unidades producidas como el promedio de las ventas mensuales del año 2018 y un total de 27 trabajadores en 12 horas del día y en 26 días del mes, para una unidad de trabajo de 5.616. Se calcula la productividad actual, y los resultados se presentan a continuación:

$$Productividad\ del\ trabajo\ 2018 = \frac{1237\ Unidades\ producidas}{5616} = 0,22$$

Ecuación 18. Productividad del trabajo 2018

La productividad del trabajo actual de la empresa es de 0,22 pantalones por hora-hombre.

Ahora, para hallar la productividad del trabajo propuesto se toman el número de unidades producidas en la simulación realizada en FlexSim, con los tiempos propuestos, como las unidades producidas al mes y para la unidad de trabajo el factor de 27 trabajadores en 12 horas del día y en 26 días del mes, para una unidad de trabajo de 5.616. Se calcula la productividad mensual para la propuesta y los resultados se presentan a continuación:

$$Productividad\ del\ trabajo\ propuesta = \frac{2220\ Unidades\ producidas}{5616} = 0,39$$

Ecuación 19. Productividad del trabajo propuesta

Se obtiene una productividad propuesta de 0,39 pantalones por hora-hombre que, comparado con los 0,22 pantalones hora-hombre del 2018, se evidencia un aumento de la productividad del trabajo de la empresa, que se genera con base en la propuesta de redistribución de la planta de producción.

6.7 Capacidad propuesta de la empresa

Se realizó el estudio de la capacidad de producción con la redistribución de la planta de producción y, teniendo en cuenta la disminución en los tiempos de fabricación, se estima en unidades por hora con relación al proceso cuello de botella, siendo este problema la confección dentro del flujo, con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\# \text{ unidades producidas}}{\text{hora}}$$

Ecuación 20. Capacidad de producción

Teniendo claro que el proceso de confección realiza 10 pantalones en un tiempo de 93.36 minutos equivalente a 1.55 horas, se obtiene:

$$\text{Capacidad de producción Actual} = \frac{10 \text{ pantalones}}{1.55 \text{ horas}} = 6.43 \frac{\text{pantalones}}{\text{hora}}$$

Ecuación 21. Cálculo de capacidad de producción actual

La capacidad de producción actual de la empresa es de 6.43 pantalones por hora. Teniendo en cuenta que un lote de producción son 10 pantalones en promedio, lo anterior indica que en 12 horas por el turno matutino y el medio turno de la tarde se pueden fabricar 77 pantalones y en un mes de 26 días laborales, se pueden fabricar 2006 pantalones con los tiempos actuales-Capacidad real-.

Ahora, con base en los tiempos de confección propuestos se obtiene una duración de 79,48 minutos para fabricar 10 pantalones equivalentes a 1.32 horas, por lo tanto:

$$\text{Capacidad de producción propuesta} = \frac{10 \text{ pantalones}}{1.32 \text{ horas}} = 7.57 \frac{\text{pantalones}}{\text{hora}}$$

Ecuación 22. Cálculo de capacidad de producción propuesta

La capacidad de producción propuesta de la empresa sería de 7,57 pantalones por hora, teniendo en cuenta que un lote de producción son 10 pantalones en promedio, lo anterior indica que en ambos turnos se pueden fabricar 90 pantalones y en un mes de 26 días laborales, se pueden fabricar 2.361 pantalones con los tiempos propuestos.

Por lo que, en resumen, se obtiene una capacidad de producción propuesta de 7.57 pantalones por hora que, comparado con los 6.45 pantalones por hora de la distribución actual, evidencia un aumento de la productividad de la empresa, que se genera con base en la propuesta de redistribución de la planta de producción.

7 Análisis beneficio costo de la propuesta

El presente capítulo presenta los beneficios económicos de la propuesta, así como los costos de implementación de la propuesta, con el fin de conocer la relación costo-beneficio para determinar si es conveniente para la empresa su implementación.

7.1 Beneficios de la propuesta

Para obtener el valor del beneficio económico de la propuesta, se calcularon los ahorros en dos aspectos básicos:

- El valor de cuanto le cuesta a la empresa, el tiempo que los empleados gastan en el traslado de los materiales dentro de la planta.
- El beneficio económico que le representa a la empresa el aumento de la productividad con la redistribución de la planta de producción.

Se toma como base el cálculo del valor económico de mover el material presentado en el análisis del factor material tanto en el diagnóstico como en la propuesta de solución, los cuales se pueden encontrar en las tablas 19 y 40 respectivamente, que indican que para la distribución actual el costo diario de mover el material es de \$35.993 y para la propuesta es de \$15.834. A partir de lo anterior se calcula el ahorro diario de las mejoras en la distribución de planta de la empresa *Growth Jean's*. El cálculo del ahorro diario se realiza utilizando las siguientes fórmulas.

$$\text{Ahorro} = 1 - \frac{\text{Costo unitario propuesto}}{\text{Costo unitario actual}}$$

$$\text{Costo diario} = (\text{Costo unitario} * \text{Capacidad de producción})$$

De esta manera se obtiene:

Tabla 44. Ahorros en el transporte de material

Growth Jean's	Costo transporte por pantalón	Ahorro	Estándar pantalón hora	Horas trabajadas	Numero de pantalones por día	Costo transporte Día	Ahorro Día	Ahorro mensual	Ahorro anual
Actual	\$ 473,85	N/A	6,33	12,00	75,96	\$ 35.993,49	N/A	N/A	N/A
Propuesta	\$ 177,11	56%	7,45	12,00	89,40	\$ 15.833,65	\$ 20.159,84	\$ 604.795,15	\$ 7.257.541,82

Fuente: Elaboración propia.

Los cálculos anteriores permiten evidenciar que la implementación de la propuesta en la empresa le implicaría un ahorro de \$7.257.541 pesos al año.

Con el cálculo de la capacidad de producción actual y propuesto de la empresa, se calcula el beneficio económico para la empresa, teniendo en cuenta que la empresa tiene un margen de utilidades del 23%. La tabla 45 presenta este beneficio.

Tabla 45. Beneficios económicos por aumento de capacidad de producción

Ítem	Valor
Producción extra por hora	1,14
Producción extra por día	13,68
Días laborales al año	243
Producción extra al año	3.324
Precio del producto	\$ 30.000
Utilidad neta por unidad	23%
Utilidad neta en pesos	\$ 6.900
Beneficios al año	\$ 22.937.256

Fuente. Elaboración propia, 2018

De acuerdo con el cálculo de los dos beneficios económicos de la propuesta, se obtiene un total de beneficios de \$ 30.194.798 pesos al año.

7.2 Cronograma de implementación de la propuesta

Inicialmente, es necesario definir las etapas en las que será implementada la propuesta de solución planteada en el capítulo anterior, para lo cual se diseñó un cronograma que se divide en tres etapas:

Etapas 1: necesaria para ubicar las máquinas y la mesa de corte en su nueva ubicación de acuerdo con la redistribución planteada.

Etapas 2: necesaria para la limpieza de las áreas en su nueva ubicación.

Etapas 3: necesaria para orificar y definir los elementos necesarios de las instalaciones para la instalación de la propuesta de redistribución planteada.

La ilustración 67 muestra el cronograma de implementación de la propuesta:

	ACTIVIDAD	INICIO DEL PLAN	DURACION DEL PLAN	PERIODO							
				1	2	3	4	5	6	7	
1	Ubicar maquinas	1	1	■							
	Contratar Operarios	1	1	■							
	Definir responsables	2	1		■						
	Mover maquinas	2	2		■	■					
2	Limpieza de las areas	4	1				■				
	Comprar elementos	4	1				■				
	Definir responsables	4	1				■				
	Limpiar las areas	4	2				■	■			
3	Definir los elementos necesarios	6	1						■		
	Verificacion	6	1						■		
	Comprar elementos	6	1						■		
	Instalar elementos	6	2						■	■	

Ilustración 67. Cronograma de implementación de la propuesta.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo con el cronograma de implementación de la propuesta, se presentan los costos de cada etapa diseñada.

7.3 Costos de implementación de la propuesta

El plan de implementación de la propuesta permite determinar los recursos necesarios, tanto financieros como de personal, que se requieren para la implementación de la propuesta en la empresa. La tabla 46 muestra el plan de implementación de la propuesta.

Tabla 46. Plan de implementación de la propuesta

Actividad	Responsable	Duración (día)	Recursos	Costo recursos	Cant. (und)	Costo total recurso
Aprobación Propuesta	Grupo de Trabajo	1	Impresión de la propuesta	\$ 40.000	1	\$ 40.000
	Grupo de Trabajo	1	Desplazamiento sustentación propuesta	\$ 7.500	3	\$ 22.500
Rompe muros	Técnicos	1	Técnicos	\$ 75.000	3	\$ 225.000
	Auxiliares	1	Auxiliares	\$ 50.000	3	\$ 150.000
Cambio instalaciones eléctricas	Técnicos	3	Técnicos	\$ 1.955.000	1	\$ 1.955.000
	Mano de obra	3	Mano de obra	\$ 500.000	2	\$ 1.000.000
Levantamiento de paredes	Técnicos	1	Técnicos	\$ 75.000	3	\$ 225.000
Demarcación y señalización de las áreas de trabajo	Personal	1	Pintura de agua	\$ 88.900	3	\$ 266.700
		1	Pintura demarcación	\$ 76.900	3	\$ 230.700
		1	personal	\$ 27.604	3	\$ 82.812
		1	Rodillos e implementos	\$ 12.000	4	\$ 48.000
Limpieza de áreas de trabajo	Personal	1	Personal	\$ 27.604	4	\$ 110.416
		1	Recogedor	\$ 21.000	4	\$ 84.000
		1	Escobas	\$ 18.000	4	\$ 72.000
		1	Trapero	\$ 17.000	4	\$ 68.000
		1	Jabón	\$ 29.900	2	\$ 59.800
		1	Bolsas basura	\$ 7.000	1	\$ 7.000

Actividad	Responsable	Duración (día)	Recursos	Costo recursos	Cant. (und)	Costo total recurso
		1	Guantes	\$ 6.200	4	\$ 24.800
		1	Estanterías	\$ 400.000	3	\$ 1.200.000
		1	Canastillas	\$ 30.000	30	\$ 900.000
		1	Carretilla manual	\$ 449.000	2	\$ 898.000
Compra de elementos adicionales	Auxiliares	1	Carro de manija	\$ 100.000	5	\$ 500.000
		1	Base de ruedas para canastillas	\$ 100.000	5	\$ 500.000
		1	Lockers 16 casilleros	\$ 870.000	1	\$ 870.000
		1	Lockers 12 casilleros	\$ 710.000	1	\$ 710.000
		1	Transporte lockers	\$ 250.000	1	\$ 250.000
		1	Comedor	\$ 1.200.000	1	\$ 1.200.000
		1	Canecas de basura	\$ 52.900	3	\$ 158.700
Baños	Técnicos	3	Mano de obra	\$ 500.000	1	\$ 500.000
			Sanitario	\$ 152.900	1	\$ 152.900
TOTAL						\$ 12.511.328

Fuente. Elaboración propia, 2018

La tabla ilustra los costos y los pasos a seguir para la puesta en marcha de la propuesta, para la cual se requiere invertir un total de \$12.511.328 de pesos.

De otro lado, los costos operacionales se agrupan en factores como servicios públicos, depreciación de maquinaria, compras de materia prima y el plan de implementación. A continuación, se explica cada una de ellas.

Para el plan de mantenimiento se requiere un monto para su mantenimiento, el cual se presenta en la siguiente tabla 47 y corresponde a \$1.940.000 al año.

Tabla 47. Gastos de mantenimiento de la propuesta

Área	Actividad	Periodo	Inversión	Total año
Empresa	Demarcación áreas de la empresa	Semestral	\$ 250.000	\$ 500.000
Almacén	Limpieza	Mensual	\$ 120.000	\$ 1.440.000
			Total	\$ 1.940.000

Fuente. Elaboración propia con base en las cotizaciones de los anexos, 2018

Asimismo, los costos de servicios públicos que se manejan en la planta son de \$10.260.000, los cuales se muestran a continuación en la tabla en la 48.

Tabla 48. Costos servicios públicos.

SERVICIO	VALOR	MESES	TOTAL
Electricidad	\$ 650.000	12	\$ 7.800.000
Agua	\$ 80.000	12	\$ 960.000
Gas	\$ 65.000	12	\$ 780.000
Internet	\$ 60.000	12	\$ 720.000
TOTAL			\$ 10.260.000

Fuente. Elaboración propia por medio de datos suministrados por la empresa, 2019

Para la compra de materiales se tiene unos costos de \$5.0004.000 los cuales se muestran en la tabla 49.

Tabla 49. Costos compra de materiales.

MATERIAL	VALOR	CANTIDAD	NUMERO DE PEDIDOS	TOTAL
Rollo de tela	\$ 65.000	3	12	\$ 2.340.000
Parches	\$ 26.000	2	12	\$ 624.000
Marquillas	\$ 18.000	2	12	\$ 432.000
Etiquetas	\$ 22.000	2	12	\$ 528.000
Cremalleras	\$ 25.000	2	12	\$ 600.000
Botones	\$ 20.000	2	12	\$ 480.000
TOTAL				\$ 5.004.000

Fuente. Elaboración propia por medio de datos suministrados por la empresa, 2019

Finalmente, la depreciación de los elementos adquiridos para la propuesta, la cual fue realizada por el método de la línea recta, se muestra una depreciación anual de \$718.670, la cual se presenta detalladamente en la tabla 50.

Tabla 50. Costos depreciación elementos nuevos

ELEMENTO	VALOR	CANTIDAD	VALOR TOTAL	VIDA UTIL (Años)	DEPRECIACION
Estanterías	\$ 400.000	3	\$ 1.200.000	10	\$ 120.000
Canastillas	\$ 30.000	30	\$ 900.000	10	\$ 90.000
Carretilla manual	\$ 449.000	2	\$ 898.000	10	\$ 89.800
Carro de manija	\$ 100.000	5	\$ 500.000	10	\$ 50.000
Base de ruedas para canastillas	\$ 100.000	5	\$ 500.000	10	\$ 50.000
Lockers 16 casilleros	\$ 870.000	1	\$ 870.000	10	\$ 87.000
Lockers 12 casilleros	\$ 710.000	1	\$ 710.000	10	\$ 71.000
Transporte lockers	\$ 250.000	1	\$ 250.000	10	\$ 25.000
Comedor	\$ 1.200.000	1	\$ 1.200.000	10	\$ 120.000
Canecas de basura	\$ 52.900	3	\$ 158.700	10	\$ 15.870
TOTAL					\$ 718.670

Fuente. Elaboración propia por base en el método de línea recta, 2019

Entonces resumiendo los costos operacionales quedarían de la siguiente forma:

Tabla 51. Resumen Costos operacionales.

COSTO	VALOR
Servicios públicos	\$ 10.260.000
Depreciación elementos nuevos	\$ 718.670
Materia prima	\$ 5.004.000
Mantenimiento	\$ 1.940.000
Total	\$ 17.922.670

Fuente. Elaboración propia por medio de datos suministrados por la empresa, 2019

7.4 Análisis costo - beneficio

El cálculo del análisis costo beneficio se realiza calculando inicialmente el flujo de inversión de la propuesta, para luego calcular la relación costo beneficio que permite concluir si es viable la implementación de la propuesta planteada en cuanto a términos financieros se refiere.

7.4.1 Flujo de inversión de la propuesta

Para el cálculo del flujo de inversión de la propuesta se realiza con los siguientes datos, de acuerdo con lo presentado en numerales anteriores:

Tabla 52. Datos flujo de inversión

ÍTEM	VALOR
Total de beneficios de la propuesta	\$ 30.194.798
Costos inversión	\$ 12.511.328
Costos operacionales	\$ 17.922.670

Fuente. Elaboración propia, 2018

De esta manera, el flujo de la inversión se presenta a continuación:

Tabla 53. Flujo de inversión de la propuesta

Periodo	2019	2020	2021	2022	2023
Costos inversión	\$ 12.511.328				
Costos operacionales		\$ 17.922.670	\$ 18.487.234	\$ 19.069.582	\$ 19.670.274
Utilidad neta		\$ 30.194.798	\$ 31.145.934	\$ 32.127.031	\$ 33.139.032
Flujo neto de caja	\$ 12.511.328	\$ 16.209.261	\$ 16.719.853	\$ 17.246.528	\$ 17.789.794

Fuente. Elaboración propia, 2018

El flujo de inversión presentado se calcula con un aumento anual, de acuerdo con un IPC del 3,15% al año¹, indica para el primer año una inversión que corresponde al plan de implementación

¹ Valor de IPC, para agosto de 2018.

de la propuesta, y un flujo anual en el que se incluyen los gastos de mantenimiento de la propuesta y la utilidad neta, que corresponde con la suma de los ahorros anuales obtenidos con la propuesta.

7.4.2 Relación beneficio/costo (B/C)

La relación beneficio-costo permite evidenciar si es viable económicamente la propuesta para la empresa de estudio, transformando el flujo de inversión en valores presentes netos, para lo cual se utilizó la tasa de inversión del inversionista. De acuerdo con lo anterior la relación beneficio-costo se calcula con la siguiente fórmula:

$$BC = \frac{VPI}{VPE}$$

Ecuación 23. Relación de beneficios y costos

De acuerdo con lo presentado, la relación puede tener los siguientes resultados:

Si $B/C < 1$, significa que, en valor presente, los ingresos son menores que los egresos y por tanto el proyecto no es aconsejable.

Si $B/C = 1$, significa que, en valor presente, los ingresos son iguales a los egresos, ganándose únicamente la tasa del inversionista; por tanto, es indiferente realizar el proyecto o continuar con las inversiones que normalmente hace el inversionista.

Si $B/C > 1$, significa que, en valor presente, los ingresos son mayores que los egresos, por tanto, es aconsejable realizar el proyecto.

En este sentido se obtiene se calcula el VPNI y VPNE con una tasa del 23%.

Tabla 54. Relación costos y beneficios

Beneficio	\$ 41.270.109	VPNI
Costo	\$30.433.998	VPNE

Relación	1.356
-----------------	--------------

Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo con el resultado de la relación costo beneficio calculado, de 1.356, se aconseja la realización de la propuesta.

8 Conclusiones

Mediante la realización del diagnóstico de la situación actual de la empresa, se logró determinar cuáles son los principales problemas de la distribución actual de la planta de producción y, de esta manera, centrar la propuesta de solución a los problemas más relevantes que fueron identificados.

El análisis de hallazgos permitió establecer los problemas principales que existen en la planta de producción de la empresa. El principal problema tiene que ver con la ubicación inadecuada de las máquinas, las cuales no se encuentran distribuidas teniendo en cuenta el flujo del proceso de producción. El segundo problema tiene que ver con los recorridos dentro de la planta, los cuales son extensos y en ocasiones se realizan con materiales muy pesados, por lo que en la propuesta se tuvo en cuenta la disminución de tiempos de recorrido.

La planta actual cuenta con 280 m², el requerimiento de espacio para la mejora en la distribución actual es de 152.57 m², lo que implica que existe un espacio suficiente, de esta manera, se planteó una distribución de planta en la cual el proceso fuera continuo.

La propuesta se diseñó con base en el análisis de alternativas por medio del modelo heurístico de ALDEP, con el fin de mejorar la productividad de la empresa y permitiendo un flujo continuo de la producción.

La propuesta disminuye los transportes dentro de la planta, pasando de 120 metros a 70,4 metros por 10 pantalones, es decir un 58.66% menos, lo que permitirá aumentar la productividad invirtiendo el tiempo que se gastaba en recorridos durante el proceso de producción. Además,

mejor calidad de vida para los trabajadores, ya que no tendrán que realizar recorridos innecesarios; sumado a esto, la producción se realizará de manera organizada y siguiendo un flujo del proceso.

Se propone, sumado a lo anterior, implementar dos carretillas manuales para el transporte de materiales pesados, como lo son los rollos de tela dentro de la planta y canastillas plegables para los transportes de producto en proceso, los cuales se logran mover más fácil con la ayuda del carro para canastillas.

Asimismo, esta implementación genera una reducción del costo de transportes de \$20.160 diarios.

Finalmente, en cuanto al análisis costo-beneficio, se encontraron beneficios económicos por el valor de \$41.270.109. Con costos de implementación y operacionales por un valor de \$ 30.433.998 de pesos al año, lo que indica una relación costo beneficio de 1.35.

9 Recomendaciones

A la empresa *Growth Jeans*, se le recomienda:

Mantener zonas de almacenamiento en óptimas condiciones de higiene y organización con el fin de mejorar el ambiente laboral y lograr la disminución de tiempos, buscando herramientas para la elaboración de los productos.

Se le aconseja que la empresa *Growth Jean's*, implemente la propuesta con el fin de mejorar las condiciones laborales y aumentar la producción.

Para trabajos futuros, se recomienda el estudio para el diseño del SG-SST de la empresa, estudio de las condiciones de ambiente y puestos de trabajo y el cálculo de los tiempos de procesos y productividad para una distribución donde se aproveche las áreas del segundo piso que maneja la familia, dado que estas áreas abordarían mayor espacio a maquinas nuevas, generando una mayor producción de pantalones y más ingresos.

10 Referencias

- Arguello, Perez, & Ramirez. (2014). *Propuesta de redistribucion de planta en la empresa manufacturera "Camisetas Emir´s"*. Bogota: Universidad El Bosque.
- Barba, E. (2001). *Seis Sigma*. Bogota: Ecoe.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administracion de operaciones: Produccion y cadena de suministros*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Cruelles, J. A. (2012). *Productividad Industrial: Metodo de trabajo, tiempos y su aplicacion a la planificacion y a la mejora continua*. Zaragoza: S.A MARCOMBO.
- DANE. (2016). *Encuesta mensual manufacturera*. Bogota: DANE.
- Duque, A., & Rojas, F. (2017). *Propuesta de redistribucion de planta de General Animal Food S.A.S*. Bogotá : Universidad El Bosque.
- Fuente Garcia, D., Parreño Fernandez, J., Fernandez Quesada, I., Pino Diez, R., Gomez Gomez , A., & Puente Garcia , J. (2008). *Ingenieria de organizacion en la empresa: Direccion de operaciones*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Garcia Dunna, E., Garcia Reyes, H., & Cardenas Barrón, I. E. (2013). *Simulacion y analisis de sistemas con promodel*. Mexico : Pearson.
- Guzman, & Llanos. (2013). *Propuesta de rediseño de la distribucion en planta para la panificadora DISERAL LTDA*. Bogotá : Universidad El Bosque.
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Principios de administracion de operaciones*. Mexico: Pearson Education.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Ministerio de salud. (2005). *Mejoramiento continuo de la calidad*.

Ministerio de trabajo, S. (1979). *Resolucion 2400 de 1979*. Bogotá.

Ministerio de trabajo, S. (2002). *Decreto no. 1607*. Bogotá.

Modaes. (2017, julio 12). *El mapa de la moda 2017*. From <https://www.modaes.es/especiales/el-mapa-de-la-moda-2017.html>

Muther, R. (1981). *Distribucion en planta*. España: Hispano Europea.

Niebel, B. W., & Freidvals, A. (2009). *Ingenieria industrial: Metodos, estandares y diseño del trabajo*. Mexico: Mc Graw Hill.

Palacios Acero, L. C. (2009). *Ingenieria de metodos, movimientos y tiempos*. Bogotá: Ecoe.

Rojas, G. (2005). *Distribucion de planta para una oficina bancaria por medio de algoritmos geometricos*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Velzasquez, & Perez. (2017). *Diseño de una propuesta de distribucion en planta en la empresa panificadora Plenty S.A.S*. Bogotá: Universidad El Bosque.