



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

TEMA:

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA "PIONERO".

Proyecto de Trabajo de Graduación Modalidad: TEMI Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de procesos integrados de diseño y manufactura utilizando sistemas computacionales

AUTOR: Néstor Rolando De La Cruz García

PROFESOR REVISOR: Ing. Jéssica López

AMBATO – ECUADOR

NOVIEMBRE / 2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA “PIONERO”., del señor Néstor Rolando De La Cruz García estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Noviembre, 2014.

EL TUTOR

Ing. Jéssica López

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA “PIONERO”.

Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Noviembre, 2014

Néstor Rolando De La Cruz García

CC: 020192255-6

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado **DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA “PIONERO”.**, presentado por el señor Néstor Rolando De La Cruz García de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Mg. Vicente Morales

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE DEFENSA

Ing. Cesar Rosero

Ing. Carlos Sánchez

DOCENTE CALIFICADOR

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres Segundo De La Cruz y María García quienes con su empeño y trabajo diario me formaron como persona brindándome inmensurable amor y apoyo, a mis hermanos Paúl, William, Jhonny y Richart por su infaltable cariño y apoyo.

Néstor Rolando De La Cruz García

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la sabiduría para alcanzar mis metas propuestas, a mis padres que con su amor, comprensión y confianza han sido pilares fundamentales para convertirme en la persona que soy ahora.

También agradezco a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por impartir el conocimiento necesario, a la Ing. Jéssica López por su apoyo y paciencia.

Néstor Rolando De La Cruz García

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA	III
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVI
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema de investigación	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Delimitación.....	2

1.4 Justificación	3
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	5
2.1 Marco teórico	5
Importancia de la distribución en planta	7
Objetivos de la distribución en planta.....	8
Causas para una redistribución.....	9
Principios básicos de la distribución en planta	10
a. Principio de la integración de conjunto.....	10
b. Principio de la mínima distancia recorrida:	10
c. Principio de la circulación o flujo de materiales:.....	10
d. Principio del espacio cúbico:	10
e. Principio de la satisfacción y de la seguridad:	11
f. Principio de la flexibilidad:	11
Naturaleza de los problemas	11
1. Expansión o traslado de una planta ya existente	11
2. Reordenación de una distribución ya existente.....	11
3. Ajustes menores en distribuciones ya existentes.	11
Elementos movidos en la producción	12
1. Movimiento de material	12
2. Movimiento del hombre	12
3. Movimiento de maquinaria	12
4. Movimiento de material y de hombres.....	13
5. Movimiento de material y de maquinaria	13
6. Movimiento de hombres y de maquinaria.....	13
7. Movimiento de materiales, hombres y maquinaria	13
Distribución por posición fija.....	13
Distribución por proceso	13
Características.....	15
Ventajas de la distribución por Procesos	15
1. Mayor flexibilidad para ejecutar trabajos.....	15
2. Personal más Adiestrado.	15
3. Menor Inversión en máquinas:	15
4. Se mantiene la continuidad.....	16
5. Reduce la insatisfacción y desmotivación de la mano de obra.	16

Desventajas de la distribución por Proceso	16
1. Mayor manipulación de materiales.	16
2. Entrenamiento limitado.	16
3. Control de producción difícil y complicada.	16
4. Mayor superficie de suelo ocupada.	16
5. Mayor tiempo total de fabricación.	17
6. Acumulación de trabajo.....	17
Cuando se recomienda.....	17
Distribución por producto	17
Proceso por proyectos	18
Procesos de producción intermitente	19
Proceso por lotes	19
Proceso en línea.....	19
Procesos continuos	19
WINQSB 2.0:.....	19
2.2 Propuesta de solución	28

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA.....	29
3.1 Modalidad de la investigación	29
3.2 Recolección de la información	29
3.3 Procesamiento y análisis de datos.....	29
3.4 Desarrollo del proyecto.....	30

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA	31
4.1 Entrevista	31
Conclusiones de la entrevista.....	32
4.2 Metodología.....	32
4.2.1 Distribución actual	33
4.2.2 Análisis del proceso de producción.....	37
Cortado	37

Destallado	37
Aparado	38
Control de calidad.....	38
Empastado de puntas	38
Colocar talones y contrafuertes	38
Emplantillado	38
Armado de puntas.....	39
Armado de lados.....	39
Armado de talones	39
Cardado.....	39
Colocación de pegas	39
Prensado de planta al corte	39
Sacado de hormas	40
Terminado.....	40
Almacenamiento en bodega de producto terminado	40
4.2.3 Cursograma sinóptico del proceso actual.....	40
4.2.4 Cursograma sinóptico del proceso actual: Elaboración de calzado.	41
4.2.5 Diagrama de recorrido actual	44
4.3 Estudio de tiempos actuales en las estaciones de trabajo para determinar el tiempo estándar a las operaciones de producción de calzado de la empresa PIONERO.....	47
4.3.1 Descripción de los Métodos utilizados para el Estudio de Tiempos.....	47
4.3.2 Método empleado para el cálculo de tiempo estándar a las operaciones de producción de calzado.....	48
4.4 Cálculo del costo de mover el material.....	89
4.2.7 Ingreso de datos en el programa WinQSB.....	105

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
5.1 Conclusiones.....	121
5.2 Recomendaciones	122
Bibliografía	123

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1. Descripción de actividades de la operación de corte	51
Cuadro 4.2. Estudio de tiempos de la operación de corte.....	53
Cuadro 4.3. Cálculo del tiempo estándar de la operación de corte.....	54
Cuadro 4.4. Descripción de actividades de la operación de destallado	55
Cuadro 4.5. Estudio de tiempos de la operación de destallado.....	55
Cuadro 4.7. Descripción de actividades de la operación de aparado.....	57
Cuadro 4.8. Estudio de tiempos de la operación de aparado	58
Cuadro 4.9. Nuevo estudio de tiempos de la operación de aparado	59
Cuadro 4.11. Descripción de actividades de la operación de revisión de cortes	61
Cuadro 4.12. Estudio de tiempos de la operación de revisión de cortes.....	61
Cuadro 4.13. Cálculo del tiempo estándar de la operación de revisión de cortes	62
Cuadro 4.14. Descripción de actividades de la operación de empastado	63
Cuadro 4.15. Estudio de tiempos de la operación de empastado.....	63
Cuadro 4.16. Nuevo estudio de tiempos de la operación de empastado.....	64
Cuadro 4.17. Cálculo del tiempo estándar de la operación de empastado.....	65
Cuadro 4.18. Descripción de actividades de la operación de emplantillado	66
Cuadro 4.19. Estudio de tiempos de la operación de emplantillado.....	66
Cuadro 4.20. Nuevo estudio de tiempos de la operación de emplantillado.....	67
Cuadro 4.21. Cálculo del tiempo estándar de la operación de emplantillado.....	68
Cuadro 4.22. Descripción de actividades de la operación de armado de puntas	69

Cuadro 4.23. Estudio de tiempos de la operación de armado de puntas.....	69
Cuadro 4.24. Cálculo del tiempo estándar de la operación de armado de puntas	70
Cuadro 4.25. Descripción de actividades de la operación de armado de talones	71
Cuadro 4.26. Estudio de tiempos de la operación de armado de talones.....	71
Cuadro 4.27. Cálculo del tiempo estándar de la operación de armado de talones.....	72
Cuadro 4.28. Descripción de actividades de la operación de cardado.....	73
Cuadro 4.29. Estudio de tiempos de la operación de cardado	73
Cuadro 4.30. Cálculo del tiempo estándar de la operación de cardado	74
Cuadro 4.31. Descripción de actividades de la operación de aplicación de pega.....	75
Cuadro 4.32. Estudio de tiempos de la operación de aplicación de pega	75
Cuadro 4.33. Nuevo estudio de tiempos de la operación de aplicación de pega	76
Cuadro 4.34. Cálculo del tiempo estándar de la operación de aplicación de pega.....	77
Cuadro 4.35. Descripción de actividades de la operación de prensado	78
Cuadro 4.36. Estudio de tiempos de la operación de prensado	78
Cuadro 4.37. Cálculo del tiempo estándar de la operación de prensado	79
Cuadro 4.38. Descripción de actividades de la operación de sacado de horma	80
Cuadro 4.39. Estudio de tiempos de la operación de sacado de hormas	80
Cuadro 4.40. Cálculo del tiempo estándar de la operación de sacado de hormas	81
Cuadro 4.41. Descripción de actividades de la operación de terminado	82
Cuadro 4.42. Estudio de tiempos de la operación de terminado.....	83
Cuadro 4.43. Cálculo del tiempo estándar de la operación de terminado	84

Cuadro 4.44. Descripción de actividades de la operación de preparado de plantas	85
Cuadro 4.45. Estudio de tiempos de la operación de preparado de plantas.....	85
Cuadro 4.46. Nuevo estudio de tiempos de la operación de preparado de plantas.....	86
Cuadro 4.47. Cálculo del tiempo estándar de la operación de preparado de plantas.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Tabla de frecuencia.....	52
Tabla 4.2. Sueldo del operario de corte	90
Tabla 4.3. Sueldo del operario de corte	91
Tabla 4.4. Sueldo del operario de destallado	92
Tabla 4.5. Sueldo del operario de aparado.....	92
Tabla 4.6. Sueldo del operario de revisión de corte.....	93
Tabla 4.7. Sueldo del operario de empastado	94
Tabla 4.8. Sueldo del operario de emplantillado	95
Tabla 4.9. Sueldo del operario de armado de puntas	96
Tabla 4.10. Sueldo del operario de armado de talones	96
Tabla 4.11. Sueldo del operario de cardado.....	97
Tabla 4.12. Sueldo del operario de aplicación de pega	98
Tabla 4.13. Sueldo del operario de prensado.....	99
Tabla 4.14. Sueldo del operario de sacado de horma	100
Tabla 4.15. Sueldo del operario de terminado	100
Tabla 4.16. Sueldo del operario de preparado de planta.....	101
Tabla 4.17. Resumen de costo de transporte desde su origen.....	102
Tabla 4.18. Costo de mover un par	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Distribución por proceso	14
Figura 4.1. Cursograma de procesos para la elaboración de calzado	43
Figura 4.2: Diagrama de recorrido actual de la empresa PIONERO	45
Figura 4.3: Distancias del recorrido del material actual	456
Figura 4.4. WinQSB en el menú inicio.....	106
Figura 4.5. Pantalla de inicio	107
Figura 4.6. Ingreso de datos en el software	108
Figura 4.7. Ingreso de costos, flujo y coordenadas.....	109
Figura 4.8. Opciones de solución.....	110
Figura 4.9. Layout inicial.....	112
Figura 4.10. Iteración 1	114
Figura 4.11. Iteración 2.....	115
Figura 4.12. Iteración 3. Solución final	116
Figura 4.13. Resultados del layout final	117
Figura 4.14. Diagrama de recorrido propuesto	1178
Figura 4.15. Distancias del recorrido del material propuesto	1179

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Layout actual de la planta	126
Anexo 2. Sistema de suplementos	127
Anexo 3. Número de Ciclos a Cronometrarse	130
Anexo 4. Cursograma Analítico del operario – Proceso de Corte	131
Anexo 5. Cursograma Analítico del operario – Proceso de destallado	132
Anexo 6. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de Aparado.....	133
Anexo 7. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de revisión de corte.....	134
Anexo 8. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de empastado	135
Anexo 9. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de emplantillado	136
Anexo 10. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de armado de puntas	137
Anexo 11. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de armado de talones	138
Anexo 12. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de cardado.....	139
Anexo 13. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de aplicación de pega.....	140
Anexo 14. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de prensado	141
Anexo 15. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de sacado de hormas	142
Anexo 16. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de terminado	143
Anexo 17. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de preparado de planta.....	144
Anexo 18. Plano con malla	145
Anexo 19. Planta redistribuida.....	146

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto trata sobre la distribución de planta en la empresa PIONERO para mejorar el flujo de producción de calzado. Es rentable y de gran utilidad ya que al implementarlo se optimiza recursos valiosos dentro de una industria como son espacio físico, tiempo de producción y distancias de recorrido.

Se realiza una entrevista dirigida al gerente de la empresa referente a la actual distribución de planta, para a través de estos datos obtenidos plantear una propuesta de solución.

Para la redistribución de instalaciones en la empresa, se efectúa un análisis de carga distancia, esto permite saber si al realizar la nueva distribución se puede recorrer menor distancia y economizar en el traslado de los materiales, también se realiza un análisis de costos, para ver si existe una reducción en los costos de producción.

Los avances tecnológicos en el desarrollo de software, permiten desarrollar este tipo de tareas con mayor exactitud, dando valores reales para que el beneficiario pueda entenderlos e implementarlos sin mayores complicaciones.

El enfoque de este trabajo de investigación es el de diseñar una nueva distribución de planta con un criterio técnico y sustento tecnológico, como una nueva opción moderna y totalmente factible, con la que podrá contar la empresa PIONERO, con miras al desarrollo económico de la misma..

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de graduación se desarrolla en la empresa PIONERO dedicado a la elaboración de calzado.

El contenido de este trabajo de investigación está basado en la distribución de la planta ya que el principal problema radica en que la empresa no cuenta con una adecuada ubicación de los departamentos de producción.

El capítulo I describe el planteamiento del problema donde se enfoca en realizar un verdadero estudio de distribución de planta para optimizar los procesos de producción de calzado, se justifica el proyecto enmarcando las delimitaciones y definiendo los objetivos.

El Capítulo II gira en torno al marco teórico, el cual consta de los antecedentes investigativos, es decir: investigaciones previas similares al tema propuesto con sus respectivas conclusiones; la fundamentación legal y los principios teóricos en el cual se fundamenta el diseño de la propuesta de solución necesaria para enriquecer el conocimiento respecto al tema central del presente trabajo.

El Capítulo III está conformado por la Metodología de la Investigación, donde se desarrolla: la modalidad, investigación de campo, investigación bibliográfica. Recolección de la información, entrevista, observación, también como se va a desarrollar el proyecto.

El Capítulo IV describe la propuesta de solución, en la cual se realiza el diseño de la redistribución de instalaciones para optimizar los procesos de producción de calzado mediante el análisis de costos de mover los materiales a través de la cadena de suministro, el análisis de carga distancia; a través de esta información previa se procede a ingresar los datos al software WinQsb 2.0 el cual arroja la solución más óptima de una nueva distribución.

El Capítulo V consta de las conclusiones y recomendaciones de la investigación habiendo cumplido con los objetivos planteados.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema de investigación

Distribución de planta para la optimización de los procesos de producción de calzado en la empresa “PIONERO”.

1.2 Planteamiento del problema

La industria del calzado en el Ecuador es un sector que en los últimos años ha tenido una tendencia creciente y por ende ha representado un gran aporte a la economía; según datos del Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) experimenta actualmente un crecimiento sostenido en sus ventas del 30%, repunte alcanzado gracias a la restricción sobre la importación de calzado extranjero que impuso el gobierno nacional, lo que no necesariamente significa que se haya superado a las importaciones ya que el consumo de calzado en el país sigue siendo dividido en igual porcentaje entre lo extranjero y lo autóctono; pese a esta situación, los industriales del sector han aumentado la fabricación de calzado en 40%. [1]

Esto se explica debido a que a manera de estrategia, las fábricas del país se han esforzado por realizar productos de calidad, en grandes lotes de producción y bajo estrictos estándares de desarrollo del producto que les permita llevar un control del mismo, captando así el interés del cliente.

Cabe recalcar que gran parte de los productores de calzado en esta área son artesanales; son pocas las empresas que recurren a un análisis profundo de los procesos de elaboración de sus productos, no le dan la importancia debida ya que el enfoque de las mismas es cumplir con la demanda del cliente sin percatarse del crecimiento que podrían tener optimizando los recursos disponibles.

El estudio de la distribución de instalaciones también busca proporcionar al personal que labora en la planta el espacio adecuado y necesario para realizar sus funciones de manera eficiente por ende que permita la optimización de los recursos para competir en el mercado, y entregar un mejor servicio al consumidor sujetándose a las normas y leyes que rige el estado.

La distribución de la planta de producción en la empresa PIONERO no es la apropiada, el enfoque de la fábrica es producir en grandes lotes dejando de lado la optimización del espacio físico disponible y la disposición de las máquinas y los procesos, esto no permite que el flujo del material sea constante y provoca ineficiencia en los tiempos de elaboración del calzado; por lo cual se busca un mejor orden en la secuencia de los procesos, así como la optimización del espacio disponible.

En la empresa PIONERO la disposición de las áreas de trabajo es inapropiada; no permite un trabajo continuo entre procesos, lo cual causa que el producto no fluya continuamente debido a que tanto las máquinas y los procesos están en desorden, esto a su vez provoca que el material en proceso tienda a acumularse en ciertas áreas de trabajo originando cuellos de botella.

Al no disponer del orden adecuado dentro de la cadena productiva, como resultado se obtienen tiempos de elaboración extensos, ya sea por tratar de organizarse en su espacio reducido o por recorrer distancias relativamente extensas para entregar a su cliente interno el producto en proceso; esto, a su vez, concluye en la entrega de pedidos a destiempo, lo cual perjudica al crecimiento de la empresa, adicionándole a esto clientes insatisfechos.

Puesto el enfoque únicamente en producir sin orden, se desatiende aspectos como la mejora continua y optimización de procesos, obteniendo un stock alto de producto en proceso, lo que significa dinero amortizado; esto no solo reduce los ingresos económicos de la empresa sino también impide el desarrollo de la empresa en cuanto a extensión del mercado y el cumplimiento de pedidos a tiempo.

1.3 Delimitación

Campo: Producción

Área: Calzado

Aspecto: Distribución de Planta

Delimitación Espacial: Industria de Calzado PIONERO

Delimitación Temporal: El presente trabajo se desarrollará a partir de la aprobación del perfil con una duración de 6 meses.

1.4 Justificación

Con el paso del tiempo el hombre ha buscado el desarrollo de productos con el fin de satisfacer sus necesidades, buscando siempre un modo que permita fabricar sus artículos aprovechando al máximo sus recursos. A medida que la demanda crece, la meta de fabricar más productos hace retomar el tema, requiriendo de un análisis de los procesos de elaboración, lo cual permitiría alcanzar los objetivos propuestos e incluso sobrepasarlos.

Al llevar a cabo una nueva distribución en planta, esta permitiría una notable mejoría en el flujo de la materia prima a través de cada estación de trabajo, evitando desperdicio de tiempo en recorrer trayectorias innecesarias que mediante el análisis de las mismas se podrían reducir y re-direccionar la inversión de ese tiempo y enfocarlo en realizar actividades productivas.

El beneficio más importante es el económico, puesto que al tener un orden adecuado de las actividades que involucran el desarrollo del producto y establecer en un solo sitio áreas que no tienen que ver directamente con la producción, como la administración, se tiene un desarrollo del producto más rápido y constante obteniendo así un aumento de producto listo para la venta. De esta forma se podrá alcanzar la capacidad instalada de producción, pudiendo hasta superarla.

Por esta razón hay algunos factores que al final los clientes externos toman en cuenta como es la entrega a tiempo de pedidos; es por esto que la distribución de la planta requiere de un análisis profundo para así no solo optimizar espacio físico sino también tener un flujo continuo del proceso y por ende tiempos de elaboración reducidos.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Rediseñar la distribución de planta en la empresa PIONERO para la optimización de los procesos de producción de calzado.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar la distribución actual de la planta de producción de la empresa PIONERO.
- Determinar los tiempos de los procesos de producción en la empresa PIONERO.
- Calcular los costos de transporte de material de una estación de trabajo a otra en la empresa PIONERO.
- Plantear una propuesta de rediseño de la distribución de la planta de elaboración de calzado de la empresa PIONERO con fines de optimización de los procesos de producción a través de un software dinámico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco teórico

Examinando los registros de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato existen dos trabajos relacionados con el tema de investigación, los cuales servirán de guía para la investigación.

Diseño para la distribución de nuevas instalaciones de la empresa INSTRUEQUIPOS CIA. LTDA. En el Parque Industrial Ambato., elaborado por el Ing. John Paul Reyes Vázquez quien utilizó un software dinámico para la automatización de layout en las nuevas instalaciones de Instruequipos en el parque industrial Ambato. [2]

También se utilizó la tesis del Ing. Juan Carlos Pantoja quien realizo una: Distribución de planta en la empresa INCALSID para la optimización de la producción de calzado, quien menciona que una adecuada distribución de planta permite reducir el material en proceso acumulado en los puestos de trabajo, esto es posible gracias a que los mismo van a estar ubicados de tal forma que el producto en proceso fluya inmediatamente hacia la siguiente operación, también se logra optimizar el espacio que ayuda a la ergonomía de cada uno de los trabajadores brindándoles más espacio para que organicen sus herramientas de trabajo. Por otra parte también se conseguirá un incremento en las ganancias económicas. [3]

Además según los registros en la biblioteca de la facultad de Minas Escuela de la Ingeniería de la Organización Medellín de la Universidad Nacional de Colombia, se observa un proyecto relacionado al tema propuesto como es: Rediseño de planta de la empresa Osaka motorcyclepartsltda., elaborado por Natalia Maya que tiene temas relacionados con el enfoque del presente proyecto de investigación como: La disminución de las distancias de recorridos ayuda a reducir el tiempo de fabricación de

los productos y por lo tanto, se produce un incremento en la producción y también que el diseño de planta se convierte en una de las herramientas más importantes cuando se considera una mejora del proceso.[4]

Al realizar la anterior investigación se puede deducir que una adecuada Distribución de Planta en cualquier tipo de empresa ya sea de producción o servicio ayuda a esta a optimizar sus procesos y por ende mejorar su productividad logrando así menores tiempos de producción y poder entregar el producto a tiempo para mantener al cliente satisfecho y obtener mejores utilidades.

La ingeniería industrial es la rama de la profesión de ingeniería que diseña, controla, opera y dirige las organizaciones y sistemas productivos. Es el arte de hacer las cosas, organiza, evalúa y busca las mejores formas de realizar las cosas. [5]

Los campos de aplicación de la ingeniería industrial son muchos, ya que se puede incorporar a instituciones públicas y privadas; tanto a empresas que utilicen tecnología de punta en este campo como aquellas cuyo nivel tecnológico sea incipiente; asimismo, puede desempeñarse en diversas áreas de aplicación de la Ingeniería Industrial, ya sea en micro, pequeña, mediana o en grandes empresas. [6]

Los sistemas de manufactura son arreglos de entidades físicas, que se caracteriza por sus parámetros identificables y cuantificables de interacción. Implica una gran cantidad de actividades independientes, formadas por distintas entidades como: materiales, maquinas, herramientas, seres humanos etc.

La manufactura es un sistema complejo; porque está formado por muchos elementos distintos, físicos y humanos, algunos de los cuales son difíciles de pronosticar y controlar como la conducta y desempeño humano. [7]

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio. [8]

En esta definición se hace referencia a la disposición física ya existente; otras veces a una nueva distribución proyectada; y a menudo, al área de estudio o al trabajo de

realizar una distribución en planta. De aquí que una distribución en planta puede ser, una instalación ya existente, un plan o un trabajo futuro.

Además una distribución en planta tiene las siguientes características: [9]

- Minimizar los costes de manipulación de materiales.
- Utilizar el espacio eficientemente.
- Utilizar la mano de obra eficientemente.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores y con los clientes.
- Reducir la duración del ciclo de fabricación o del tiempo de servicio al cliente.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas.
- Incorporar medidas de seguridad.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- Proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones cambiantes.

Importancia de la distribución en planta

Por medio de la distribución en planta se consigue el mejor funcionamiento de las instalaciones. Se aplica a todos aquellos casos en los que sea necesaria la disposición de unos medios físicos en un espacio determinado, ya esté prefijado o no. Por lo cual

podemos fijar ciertos puntos particulares que le atribuyen importancia, entre otros tenemos:

- Su utilidad se extiende tanto a procesos industriales como de servicios.
- La distribución en planta es un fundamento de la industria, determina la eficiencia y en algunas ocasiones la supervivencia de una empresa.
- Contribuye a la reducción del coste de fabricación.

Objetivos de la distribución en planta

Se busca hallar una ordenación de las áreas de trabajo y el equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados. Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del costo de fabricación, como resultado de alcanzar los beneficios de los siguientes objetivos:

- Reducción del riesgo para la salud
- Aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción.
- Disminución de los retrasos en la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del manejo de materiales.
- Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Reducción del trabajo administrativo, del trabajo indirecto en general.
- Logro de una supervisión más fácil y mejor.
- Disminución de la congestión y confusión.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.
- Otras ventajas diversas.

Los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

a) Unidad: Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que se funcione como una unidad de objetivos.

b) Circulación mínima: Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio.

c) Seguridad: Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.

d) Flexibilidad: La distribución en planta necesitará, con mayor o menor frecuencia adaptarse a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, las que hace aconsejable la adopción de distribuciones flexibles.

Causas para una redistribución

Para llevar a cabo una distribución en planta ha de tenerse en cuenta cuáles son los objetivos estratégicos y tácticos que aquella habrá de apoyar y los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos.

La mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, pero a medida que la organización crece debe adaptarse a cambios internos y externos lo que hace que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria. Los motivos que hacen necesaria la redistribución se deben a tres tipos de cambios:

- En el volumen de la producción.
- En la tecnología y en los procesos.
- En el producto.

La frecuencia de la redistribución dependerá de las exigencias del propio proceso, puede ser periódicamente, continuamente o con una periodicidad no concreta.

Los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son:

- Congestión y deficiente utilización del espacio.
- Acumulación excesiva de materiales en proceso.
- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo.
- Trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas.
- Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- Accidentes laborales.
- Dificultad de control de las operaciones y del personal.

Principios básicos de la distribución en planta

a. Principio de la integración de conjunto

La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

b. Principio de la mínima distancia recorrida:

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer entre operaciones sea la más corta.

c. Principio de la circulación o flujo de materiales:

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.

d. Principio del espacio cúbico:

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.

e. Principio de la satisfacción y de la seguridad:

A igualdad de condiciones será siempre más efectiva, la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.

f. Principio de la flexibilidad:

A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

Naturaleza de los problemas

Estos problemas se presentan durante el diseño de una instalación nueva o la operación de una existente

1. Expansión o traslado de una planta ya existente

En este caso, el trabajo es de importancia, pero los edificios y servicios ya están allí libertando la libertad de acción. El problema consiste en adaptar el producto, los elementos y el personal de una organización ya existente a una planta distinta que también ya existe. Este es el momento de abandonar las viejas prácticas y equipo, y lanzarse a mejorar los métodos.

2. Reordenación de una distribución ya existente

En este caso el problema consiste en usar el máximo de los elementos ya existentes, compatibles con los nuevos planes y métodos. Este problema es frecuente sobre todo con ocasión de cambio de estilo o de modelo de productos o con motivo de modernización del equipo de producción. Es también una buena ocasión para adoptar métodos y equipos nuevos y eficientes.

3. Ajustes menores en distribuciones ya existentes.

Este tipo de problema es el más frecuente, se presenta principalmente cuando varían las condiciones de operación, vale decir:

- Varía el diseño de ciertas piezas.
- Las ventas exceden las cuotas de los estudios de mercado
- Fabricación de un Producto adicional.
- Inclusión de un método o equipo de proceso mejor.
- Inclusión de nuevos equipos de manejo de materiales.

Todos ellos significan ajustes en la ordenación de las áreas de trabajo, del personal y emplazamiento de los materiales. En estos casos se deben introducir diversas mejoras en una instalación ya existente, sin cambiar el plan de distribución de conjunto y con un mínimo de costosas interrupciones o ajustes en la instalación.

Elementos movidos en la producción

Antes de empezar a clasificar y analizar las ordenaciones y distribuciones para una producción, es importante comprender claramente las relaciones existentes entre los elementos involucrados en dicha producción: hombres, materiales y maquinaria (incluyendo utillaje y equipo) actuando bajo alguna forma de dirección.

Fundamentalmente, existen sólo siete modos de relacionar, en cuanto al movimiento, estos tres elementos de producción:

1. Movimiento de material

Es probablemente el elemento más comúnmente movido. El material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente, de un departamento a un almacén o viceversa.

2. Movimiento del hombre

Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material.

3. Movimiento de maquinaria

El trabajador mueve diversas herramientas o máquinas para actuar sobre una pieza grande.

4. Movimiento de material y de hombres

El trabajador se mueve con el material llevando a cabo una cierta operación en cada máquina o lugar de trabajo.

5. Movimiento de material y de maquinaria

Los materiales y la maquinaria o herramientas van hacia los hombres que llevan a cabo la operación.

6. Movimiento de hombres y de maquinaria

Los trabajadores se mueven con las herramientas y equipo generalmente alrededor de una gran pieza.

7. Movimiento de materiales, hombres y maquinaria

Generalmente es demasiado costo e innecesario el moverlos a los tres.

Debe de tenerse en cuenta que al menos uno de los tres elementos debe moverse, pues de lo contrario no puede haber producción en un sentido industrial. Pero lo más común industrialmente hablando, es mover el material.

Los tipos de distribución de planta más utilizados son:

Distribución por posición fija

Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en un lugar fijo, todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado y solo se producen pocas unidades al mismo tiempo.

Distribución por proceso

En este tipo de distribución todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas, 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.

En este tipo de distribución la producción se organiza por lotes (muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones. La figura 2.1 muestra este tipo de arreglo para un proceso con cuatro operaciones básicas. [10]

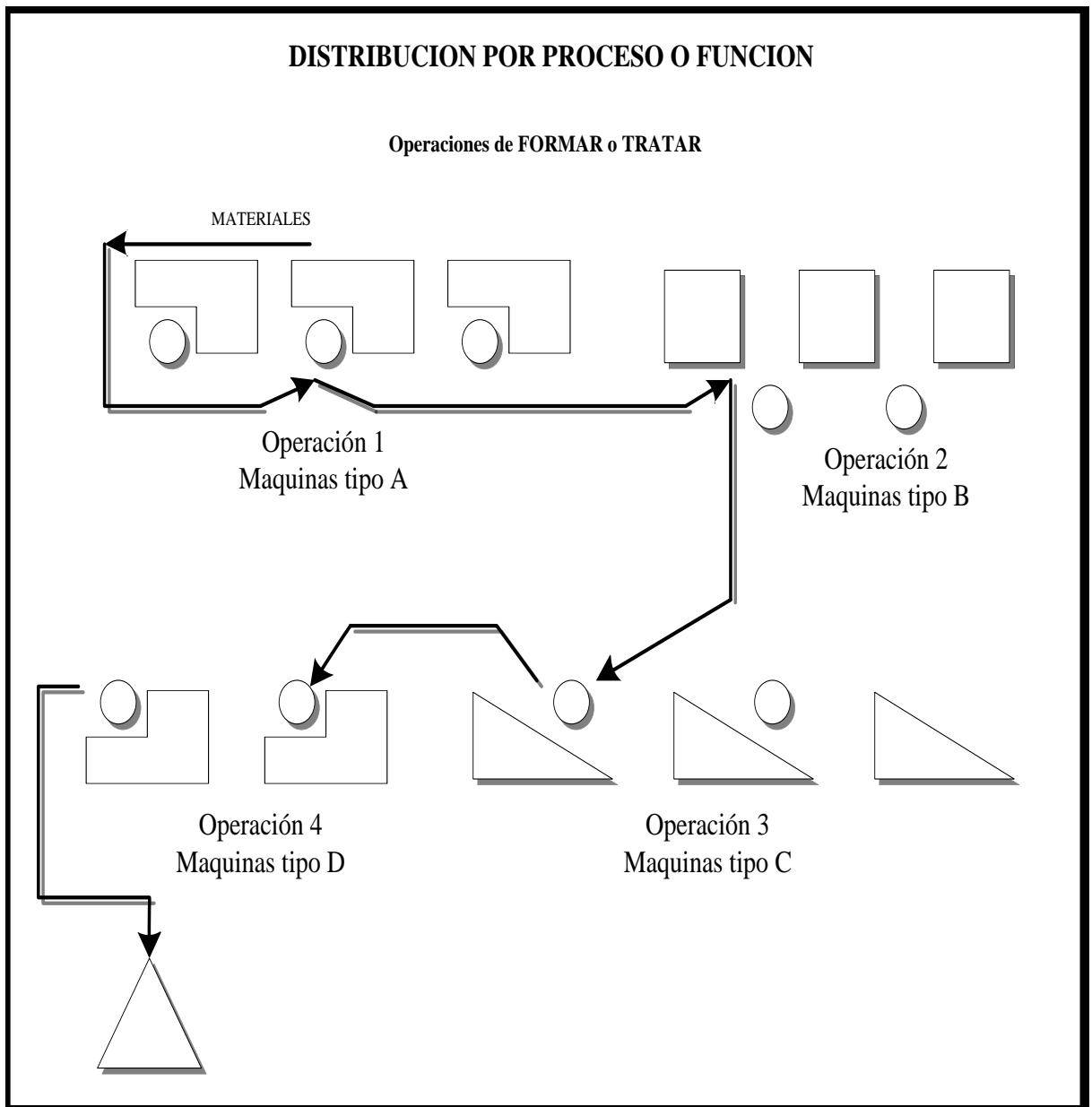


Figura 2.1. Distribución por proceso

Características

En esta distribución existen muchas características importantes, y a continuación se mencionan algunas de ellas: [9]

- Esta distribución es común en las operaciones en las que se pretende satisfacer necesidades diversas de clientes muy diferentes entre sí.
- El tamaño de cada pedido es pequeño, y la secuencia de operaciones necesarias para fabricarlo varía considerablemente de uno a otro.
- Las máquinas en una distribución por proceso son de uso general y los trabajadores están muy calificados para poder trabajar con ellas.

En este tipo de distribución de planta como en cualquier otro existen sus ventajas y desventajas que se deben analizar para tomar la mejor decisión según sea el requerimiento de la empresa: [10]

Ventajas de la distribución por Procesos

1. Mayor flexibilidad para ejecutar trabajos.

Se adapta fácilmente a una demanda intermitente (variación de los programas de producción), así como a los cambios en las secuencia de operaciones.

2. Personal más Adiestrado.

Debido a la gran flexibilidad de adaptarse a los cambios, esta distribución permite que el operario se haga conocedor de un mayor número de tareas en una misma función, facilitando su adiestramiento.

3. Menor Inversión en máquinas:

Con esta distribución se logra una mejor y mayor utilización de la maquinaria, lo que permitirá reducir las inversiones en este sentido, a la vez que reduce el tiempo de ocio de las mismas.

4. Se mantiene la continuidad.

Las operaciones de todo el sistema de producción no se ven interrumpidas en su totalidad en casos de avería de una máquina, ausencia de personal o escasez de material.

5. Reduce la insatisfacción y desmotivación de la mano de obra.

Presenta mayor incentivo para el individuo en lo que se refiere a elevar el nivel de su producción.

Desventajas de la distribución por Proceso

Las desventajas asociadas a esta tipo de distribución la podemos resumir en los siguientes puntos:

1. Mayor manipulación de materiales.

Debido a la diversidad de flujo que existe para los diferentes productos, es posible que uno de los productos recorra distancias ya recorridas, es decir hay mayor manejo de materiales.

2. Entrenamiento limitado.

El entrenamiento de los operarios es bastante difícil ya que éstos se especializan en una sola área para hacer diversidad de operaciones.

3. Control de producción difícil y complicada.

Es necesaria una atención minuciosa para coordinar la labor. La falta de control mecánico sobre el orden de sucesión de las operaciones significa empleo de órdenes de movimientos, y la pérdida o retraso posible de trabajos al tenerse que desplazar de un departamento a otro.

4. Mayor superficie de suelo ocupada.

Mayor espaciamiento entre equipos o entre departamentos, lo cual requiere a su vez mayor cantidad de pasillos.

5. Mayor tiempo total de fabricación.

Debido a las necesidades de transporte y porque el trabajo deben llevarse de un departamento a otro antes de que sea necesario, con objeto de evitar que las máquinas se detengan.

6. Acumulación de trabajo.

Hay mayor cantidad de productos en proceso, lo cual trae consigo la formación de “cuellos de botella” en algunos departamentos.

Cuando se recomienda

1. Cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente.
2. Cuando se fabrican productos similares pero no idénticos.
3. Cuando varían notablemente los tiempos de las distintas operaciones.
4. Cuando se tiene una demanda pequeña o intermitente.

El tipo de distribución que se va a tomar en cuenta para el presente trabajo de investigación será por proceso, la misma que ofrece varios beneficios como se menciona en las líneas anteriores, es apropiada implementar cuando se requiere realizar varias veces la misma operación sobre el material en proceso, ayuda a la optimización de maquinaria, en vista de que el material será el que pase por ella; además contribuye notablemente a la variedad de productos finales obtenidos, de igual forma a los lotes de producción del mismo, entre otros, lo cual es favorable para la elaboración de calzado.

Distribución por producto

Toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar un determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordena de acuerdo con el proceso de fabricación, se emplea principalmente en los casos que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados. [11]

La gestión de la producción es un proceso administrativo formal en los que interviene todos los niveles de la administración y los empleados con el objetivo final de reducir el

costo de fabricar, distribuir y vender un producto o servicio a través de una integración de las cuatro etapas del ciclo productivo las cuales son: [12]

- Medición
- Evaluación
- Planeación
- Mejoramiento de la productividad

Dentro de la gestión de la producción está lo que es la producción que consiste en un proceso que se caracteriza porque empleando unos factores y actuando sobre ellos somos capaces de obtener un producto en forma de bien o servicio. Para que el proceso de producción pueda darse, necesitamos lo necesario para la producción, que son los factores o entradas en el proceso, que a su vez son mano de obra, energía, materias primas. [13]

También se puede decir que la productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Busca la constante mejora de lo que existe. Está basada sobre la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer, y mejor mañana que hoy. Requiere esfuerzos continuados para adaptar las actividades económicas a las condiciones cambiantes y aplicar nuevas técnicas y métodos.

La productividad no es una medida de la producción, ni de la cantidad que se ha fabricado, sino una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados. [14]

Un proceso de producción es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor. [15]

Dentro de un proceso de producción se encuentran algunos tipos, los cuales se explica a continuación.

Proceso por proyectos

Se caracteriza por la alta personalización y el bajo volumen. No existe un flujo del producto, sino que cada unidad se elabora como un solo artículo.

Procesos de producción intermitente

Se basa en una estrategia de flujo flexible en la cual la mano de obra y la maquinaria se ocupan de diversas tareas creando artículos o servicios en cantidades significativas.

Proceso por lotes

Se caracteriza por su volumen, variedad y cantidad; magnitudes que lo diferencian de un proceso de producción intermitente. Su principal diferencia está en los volúmenes que son más altos, porque los mismos productos, servicios, u otros similares se suministran continuamente.

Proceso en línea

Se caracterizan por tener flujos lineales, los procesos continuos tienden a estar más automatizados y producen productos más estandarizados. Las operaciones en línea tradicionales son poco eficientes y flexibles.

Procesos continuos

Son el resultado final o extrema de la producción estandarizada, de alto volumen y con flujos de línea rígidos. Su nombre proviene de la forma como los materiales se desplazan en el curso del proceso. Son de frecuencia intensiva tanto en capital, y procesos de producción, no se interrumpe las 24 horas del día, esto permite maximizar la utilización de equipos y evitar costosos paros y arranques de los mismos. La maquinaria y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación; así como para receptor automáticamente el proceso anterior de la cadena de producción.

[16]

WINQSB 2.0:

Es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa.

Este sistema utiliza los mecanismos típicos de la interface de Windows, es decir, ventanas, menús desplegables, barras de herramientas, etc. Por lo tanto el manejo del

programa es similar a cualquier otro que utilice el entorno Windows. El sistema está formado por 19 módulos, uno para cada tipo de modelo o problema los cuales son:



1. Acceptance Sampling Analysis (Análisis de Muestreo de Aceptación).

Desarrolla y analiza aceptación de planes de prueba para atributos y características de calidad de variables. Incluye capacidades específicas para:

- Prueba Simple
- Prueba Doble



2. Aggregate Planning (Planeación Agregada).

Permite definir los problemas de planificación agregada en tres formas: modelo simple, modelo de transporte y modelos de programación lineal. Este programa permite especificar la disponibilidad de horas extras, demoras en la entrega de pedidos, subcontratación, pérdida de ventas, y contratos y despidos de recursos.



3. Decision Analysis (Análisis de Decisiones).

Resuelve cuatro problemas de decisión típicos:

- Análisis bayesiano,
- Análisis de la mesa de pago,
- Análisis de decisión de árbol y
- Teoría de juegos.

Dibuja el gráfico del árbol de decisión para los problemas mencionados.



4. Dynamic Programming (Programación Dinámica).

Resuelve tres problemas dinámicos típicos: diligencia, mochila, y problemas de producción planificación de inventarios. Incluye capacidades para:

- Resolver los tres problemas dinámicos.
- Encuentra la ruta más corta de cualquier nodo a un destino.
- Encuentra la mejor planificación para minimizar la producción, inventario y/o costos de las demoras en las entregas de pedidos.
- Muestra el detalle de los pasos de solución y el resultado.
- Realiza el análisis “What – if” (análisis de hipótesis).



5. Facility Location and Layout (Localización de Plantas y Diseño).

Resuelve tres problemas: facilidad de localización, diseño funcional, y línea de equilibrio. Incluye capacidades para:

- Resolver localizaciones simples y múltiples.
- Usar tres medidas de distancia diferentes.
- Mostrar la solución en un gráfico.
- Mostrar el diseño y análisis de distancia.
- Problemas de línea de equilibrio, muestra el detalle de tareas asignadas y muestra la solución de la línea de diseño en un gráfico.



6. Forecasting and Linear Regression (Pronósticos y Regresión Lineal).

Resuelve series de tiempo que realizan las variables múltiples de regresión lineal.

Incluye: promedio simple, promedio doble, promedio doble con tendencia lineal, etc.



7. Inventory Theory and System (Teoría y Sistemas de Inventarios).

Resuelve y evalúa problemas de control de inventarios. Incluye capacidades para:

- Resolver problemas de descuentos de cantidades.
- Resolver problemas probabilísticos de periodos simples (vendedor de periódicos).
- Resolver problemas dinámicos de muchos tamaños.
- Resuelve, evalúa y simula cuatro sistemas de control de inventarios.



8. Job Scheduling (Programación de Jornadas de Trabajo).

Resuelve problemas de planeamiento para trabajos que esperan ser atendidos por algún servidor. Incluye capacidades para:

- Quince reglas de desecho para planeamiento de negocios.
- Muestra el diagrama de Gantt.
- Ocho medidas de rendimiento para el programa atendido.
- Muestra un gráfico de análisis de rendimiento.



9. Markov Process (Procesos de Markov).

Este programa resuelve y analiza los procesos de Markov. Incluye capacidades para:

- Realizar paso a paso los procesos de Markov.
- Realizar el análisis de rendimiento dependiente del tiempo y mostrar el resultado en un gráfico.

- Analizar el costo total o la ganancia.
- Resolver el estado de probabilidad estable y el primer tiempo de transición.



10. Material Requirements Planning (Planeación de Requerimiento de Materiales).

Es un método para determinar qué, cuándo y cuántos componentes y materiales son requeridos para satisfacer un plan de producción de productos terminados en un tiempo específico.

- Muestra un gráfico de estructura de producto
- Muestra un reporte en parte de artículos, clase ABC, originando tipo o tipo de material.
- Muestra el análisis de capacidad.
- Muestra el análisis de costo.
- Introduce el problema en formato de hoja de cálculo.



11. Network Modeling (Modelación de Redes).

Modela y resuelve problemas de redes incluyendo el flujo de trabajo de red, transportación, y camino de prueba corta que incluye un conjunto de nodos conectados, donde solo un nodo es considerado como nodo origen, y solo un nodo es considerado como nodo destino. El objetivo es determinar un camino de conexiones que minimicen la distancia total desde el origen al destino. Incluye capacidades para:

- Resolver problemas de flujo máximo.
- Resolver el algoritmo para el problema del árbol de llave mínima.
- Método de Ramificación y Acotamiento.

- Muestra los pasos de la solución.
- Muestra la solución gráfica.
- Realiza el análisis “What – if” (análisis de hipótesis) y el análisis paramétrico.



12. **Nonlinear Programming** (Programación no Lineal).

Resuelve funciones objetivos no lineales con o sin restricciones. Las restricciones también pueden ser no lineales. Incluye capacidades para:

- Resolver problemas sin restricciones de variables.
- Resolver problemas con restricciones.
- Analizar la solución asignada.
- Analizar violaciones a restricciones.
- Generar un análisis de las restricciones con un gráfico y una tabla.
- Generar un análisis de la función objetivo con un gráfico y una tabla.



13. **PERT_CPM** (PERT y CPM).

Los problemas representados por redes de proyectos pueden ser analizados mediante dos métodos: el método de la ruta crítica **CPM** (Deterministic CPM) es una herramienta de tipo determinístico y el método de la ruta crítica **PERT** (Probabilistic PERT) es una herramienta de tipo Probabilístico.



14. **Quadratic Programming** (Programación Cuadrática).

Resuelve modelos donde la función objetivo es de tipo cuadrática y está limitada por un número de restricciones lineales. Las variables de decisión son consideradas continuas.

Incluye:

- Método simplex y gráfico para QP
- Método de ramificación y acotamiento para IQP
- Muestra la tabla del método simplex.
- Muestra la solución del método de ramificación y acotamiento
- Realiza el análisis de sensibilidad o análisis paramétrico



14. Quality Control Chart (Cartas de Control de Calidad).

Construye los mapas de control de calidad y realiza los análisis gráficos relacionados. Un mapa de control de calidad es un gráfico que muestra los resultados de una característica de calidad de la muestra medida en el tiempo.



16. Queuing Analysis (Sistemas de Cola).

Resuelve sistemas de formación de colas de espera incluyendo la población de clientes y los servidores (canales). La población de clientes puede ser limitada o ilimitada. El sistema es evaluado como el número promedio de clientes en el sistema, el número promedio de clientes en la cola, la probabilidad de que lleguen más clientes, la probabilidad de que los servidores estén ociosos, la probabilidad de que un cliente que llega espere, el costo de un servidor ocioso por unidad de tiempo, el costo del servidor ocupado por unidad de tiempo, etc.



17. Queuing System Simulation (Simulación de Sistemas de Cola).

Modela y realiza el sistema de colas simple y múltiple en poblaciones con llegada de clientes, y servidores. Incluye capacidades para:

- Realizar la simulación de la formación de colas de espera generando los eventos discretos de llegadas de clientes, la realización del servicio, el traslado del cliente, y la formación de la cola.
- Utiliza 18 distribuciones de probabilidad para la probabilidad de que lleguen clientes.
- Utiliza 9 reglas de selección para definir las operaciones del servidor.
- Muestra el análisis en un gráfico.



18. Linear and Integer programming (Programación Entera y Lineal).

Este módulo del programa resuelve problemas de Programación Lineal (LP) y de Programación Entera Lineal (ILP). Un problema LP o ILP involucra una función objetivo lineal y un número limitado de restricciones lineales. Las variables de decisión pueden ser acotadas con valores límites. Todas las variables de decisión en un problema LP son consideradas continuas naturalmente, lo que significa que toman un valor real entre las cotas. Las variables de decisión para un problema ILP pueden estar restringidas a valores enteros o valores binarios (0 ó 1).



19. Goal Programming (Programación por Objetivos).

Un problema GP o IGP involucra una o más funciones objetivo y un número limitado de restricciones lineales. Los objetivos son ordenados por prioridad y todas las variables de decisión son consideradas continuas. Las variables de decisión pueden restringirse a valores enteros o valores binarios (0 o 1). Incluye capacidades para:

- Realizar el método Simplex y gráfico para GP.
- Realizar el método de Ramificación y Acotamiento para IGP.

- Mostrar la tabla del Método Simplex.
- Mostrar la solución del Método de Ramificación y Acotamiento.
- Encontrar la solución alternativa.
- Realizar el análisis ilimitado para problemas infinitos.

WinQSB utiliza los mecanismos típicos de la interface de Windows, es decir, ventanas, menús desplegables, barras de herramientas, etc. Por lo tanto el manejo del programa es similar a cualquier otro que utilice el entorno Windows.

Al acceder a cualquiera de los módulos se abre una ventana en la que debemos elegir entre crear un nuevo problema (File > New Problem) o leer uno ya creado (File > Load Problem). Las extensiones de los ficheros con los modelos las pone el programa por defecto, por lo tanto solamente debemos preocuparnos del nombre, que no deberá tener más de 8 caracteres.

Todos los módulos del programa tienen en común los siguientes menús desplegables:

File: incluye las opciones típicas de este tipo de menús en Windows, es decir, permite crear y salvar ficheros con nuevos problemas, leer otros ya existentes o imprimirlos.

Edit: incluye las utilidades típicas para editar problemas, copiar, pegar, cortar o deshacer cambios. También permite cambiar los nombres de los problemas, las variables, y las restricciones. Facilita la eliminación o adición de variables y/o restricciones, y permite cambiar el sentido de la optimización.

Format: incluye las opciones necesarias para cambiar la apariencia de las ventanas, colores, fuentes, alineación, anchura de celdas, etc.

Solve and Analyze: esta opción incluye al menos dos comandos, uno para resolver el problema y otro para resolverlo siguiendo los pasos del algoritmo.

Results: incluye las opciones para ver las soluciones del problema y realizar si procede distintos análisis de la misma.

Utilities: este menú permite acceder a una calculadora, a un reloj y a un editor de gráficas sencillas.

Window: permite navegar por las distintas ventanas que van apareciendo al operar con el programa.

WinQSB: incluye las opciones necesarias para acceder a otro módulo del programa.

Help: permite acceder a la ayuda on-line sobre la utilización del programa o las técnicas utilizadas para resolver los distintos modelos. Proporciona información sobre cada una de las ventanas en la que nos encontremos.

El software WinQSB es una herramienta informática que por medio de algoritmos y cálculos nos permite resolver diversos problemas, entre ellos la distribución de planta que es la que interesa en la propuesta de esta tesis. Presenta varias facilidades de uso destacándose la interfaz en forma de ventanas así como en el sistema operativo Windows, así como barras de menús donde se podrá escoger opciones que ofrece el programa. [17]

2.2 Propuesta de solución

Se busca a través del rediseño de la distribución de planta y su futura implementación optimizar los procesos de producción de calzado y por ende mejorar la productividad para llevar a la empresa a ser competitiva en el mercado.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad de la investigación

Por su finalidad la presente investigación es aplicada, y se caracteriza por ser bibliográfica ya que se realizara en páginas web que proporcionaran información concreta acerca del tema, así como en libros y tesis donde se detallan técnicas y parámetros a tomar en cuenta para la distribución de la planta y la optimización de los procesos.

También se realizará una investigación de campo ya que el proyecto requerirá información obtenida a través de observaciones que se realizará en la fábrica mediante el apoyo de los miembros de la misma, lo cual ayudará a identificar las causas que originan el problema y poder obtener una idea clara del mismo.

3.2 Recolección de la información

Para la recolección de información de la presente investigación se realizará una entrevista al gerente propietario de la empresa para conocer la situación actual de la empresa, también mediante la observación de los procesos de producción en la planta se va a adquirir los suficientes datos reales y de gran validez tanto del personal como del ambiente en que se desarrolla el problema y así poder plantear soluciones que beneficien de manera significativa a la empresa,

3.3 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de información se tomará como primeras acciones el reconocimiento de todas las áreas que tiene la empresa “PIONERO”, posterior a esto se identificarán los procesos que conforman la elaboración del calzado; esta información servirá para tener una visión a priori de la posible raíz del problema.

También se interactuará con el personal más experimentado para obtener datos más concretos respecto a los inconvenientes que se han venido acarreado con el pasar del tiempo. Finalmente se procederá a establecer los puntos más importantes del problema, para así tener una guía de cómo brindar soluciones efectivas.

3.4 Desarrollo del proyecto

- Entrevista dirigida al gerente propietario para conocer la situación actual de la empresa.
- Realizar un cursograma sinóptico de los procesos actuales para conocer las actividades que se realiza en cada proceso.
- Elaborar el diagrama de recorrido y los planos actuales de la empresa.
- Toma de tiempos de cada proceso y elaborar el cursograma analítico del operario para el cálculo del tiempo estándar.
- Calculo del costo de mover material de una estación de trabajo a otra.
- Definir las coordenadas de cada proceso.
- Ingreso de los datos obtenidos en el software WinQsb.
- Elaborar el plano y diagrama de recorrido propuesto.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Entrevista

Dirigida a: Gerente propietario

1.- ¿Por qué es necesaria una adecuada distribución de la planta?

Porque permite un desenvolvimiento adecuado de los procesos de producción.

Interpretación

Evita la acumulación de producto en producción en las áreas de trabajo.

2.- ¿Cuál es la distribución actual con la que funciona la planta?

La planta funciona de una secuencia lógica con el fin de que el producto en proceso vaya de una forma organizada.

Interpretación

No existe una distribución que esté sustentada por los estudios de la ingeniería Industrial.

3.- ¿Los tiempos de producción son afectados por las distancias que recorre el producto?

El transporte del material en proceso de una estación de trabajo a otra lo realizan los trabajadores de cada área los cuales tienen que dejar su puesto.

Interpretación

La producción se ve afectada porque las distancias en recorrer son largas y el trabajador abandona su puesto de trabajo para transportar el material siendo esta una operación no productiva.

4.- ¿Cuáles son los beneficios que obtendría al realizar una adecuada distribución de la planta?

Satisfacción del cliente interno y externo, entregando los pedidos a tiempo y aumentando la producción.

Interpretación

Satisfacción del cliente ya que los pedidos serán entregados sin retrasos.

Conclusiones de la entrevista

- La actual distribución de planta se ha hecho únicamente guiándose por cierta lógica en el desarrollo del producto, es decir mediante un conocimiento empírico, sin tomar en cuenta la optimización de distancias, espacios y tiempos.
- Por causa de la mala organización de los procesos se tiene retrasos en la entrega de los pedidos al cliente, por lo que una redistribución de planta se hace urgente para que contribuya a la obtención de una producción óptima.
- Una adecuada distribución de la planta de producción permitiría fluidez en cada uno de los procesos, incrementando de esta forma la producción de la fábrica.

4.2 Metodología

Se usará como referencia los objetivos planteados en la presente tesis:

- a) Se va a realizar un análisis de los procesos que componen la elaboración del calzado, planos, diagramas de recorrido, cursogramas.
- b) Se realizará la toma de tiempos que se emplea en realizar cada proceso para la elaboración de un par de zapatos.

c) Se realizará los respectivos cálculos de los costos de mover el material de una estación a otra y determinación de coordenadas; ya que estos son datos necesarios para usar el software WinQSB en la solución de este problema.

d) Se va a describir todo lo concerniente al uso de la herramienta WinQSB hasta la obtención de la nueva distribución.

e) Finalmente se dibujarán nuevos planos y diagramas de recorrido basándonos en la propuesta brindada por el software.

4.2.1 Distribución actual

Actualmente la planta está distribuida de la forma como se indica en el anexo 1. Tiene características de una distribución por proceso, ya que agrupa las máquinas que realizan la misma tarea, pero los espacios no se encuentran delimitados correctamente para cada proceso.

En cuanto al área departamental para la administración de la empresa, tenemos las siguientes:

- Gerencia
- Recursos Humanos
- Diseño del Producto
- Publicidad
- Producción
- Contabilidad

Para la Redistribución de Instalaciones se deben tomar en cuenta diferentes aspectos tales como ubicación de la maquinaria protección de los trabajadores en cada uno de los puestos de trabajo para de esta manera también salvaguardar la integridad de todos y cada uno de los empleados, para que así laboren cómodamente y sin temor de algún accidente, para ello se enfocan los siguientes aspectos de distribución de instalaciones bajo normas del decreto 2393:

Superficie y ubicación en los locales y puestos de trabajo.

Según el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 22 inciso 1 los locales de trabajo reunirán las siguientes condiciones mínimas:

- Los locales de trabajo tendrán tres metros de altura del piso al techo como mínimo.
- Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador;
- Seis metros cúbicos de volumen por cada trabajador.

Los puestos de trabajo en dichos locales tendrán:

- Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador; y,
- Seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador.

Art. 23.- Suelos, techos y paredes.

- El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, liso y continuo. Será de material consistente, no deslizante.
- Los techos y tumbados deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.
- Las paredes serán lisas, pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y desinfectadas.
- Tanto los tumbados como las paredes cuando lo estén, tendrán su enlucido firmemente adherido a fin de evitar los desprendimientos de materiales.

Art. 24.- Pasillos.

- Los corredores, galerías y pasillos deberán tener un ancho adecuado a su utilización.
- La separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo, no será menor a

800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.

- Cuando existan aparatos con partes móviles que invadan en su desplazamiento una zona de espacios libre, la circulación del personal quedará limitada preferentemente por protecciones y en su defecto, señalizada con franjas pintadas en el suelo, que delimiten el lugar por donde debe transitarse.
- Alrededor de los hornos, calderos o cualquier otra máquina o aparato que sea un foco radiante de calor, se dejará un espacio libre de trabajo dependiendo de la intensidad de la radiación, que como mínimo será de 1,50 metros.
- El suelo, paredes y techos, dentro de dicha área serán de material incombustible.
- Los pasillos, galerías y corredores se mantendrán en todo momento libre de obstáculos y objetos almacenados.

Art. 33.- Puertas y salidas.

- Las salidas y puertas exteriores de los centros de trabajo, cuyo acceso será visible o debidamente señalizado, serán suficientes en número y anchura, para que todos los trabajadores ocupados en los mismos puedan abandonarlos con rapidez y seguridad.
- El ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200.
- Se procurará que las puertas abran hacia el exterior.
- Se procurará que la puerta de acceso a los centros de trabajo o a sus plantas, permanezcan abiertas durante los períodos de trabajo, y en todo caso serán de fácil y rápida apertura.

Art. 42.- Excusados y urinarios.

- Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1 metro de ancho por 1,20 metros de largo y de 2,30 metros de altura.

- Cuando los excusados comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada.

Ubicación de maquinarias

Según el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 73 en las instalaciones de las máquinas fijas se va a observar las siguientes normas:

- Las máquinas deben estar situadas en áreas de amplitud suficiente que permita su correcto montaje y una ejecución segura de las operaciones.
- Se ubican sobre suelos o pisos de resistencia suficiente para soportar las cargas estáticas y dinámicas previsibles.
- Las máquinas que, por la naturaleza de las operaciones que realizan, sean fuente de riesgo para la salud, se van a proteger debidamente para evitarlos o reducirlos.

Art. 74 La separación de las máquinas será la suficiente para que los operarios desarrollen su trabajo holgadamente y sin riesgo y va a estar en función de:

- De la amplitud de movimientos de los operarios y de los propios elementos de la máquina necesarios para la ejecución del trabajo.
- De la forma y volumen del material de alimentación, de los productos elaborados y del material de desecho.
- Cuando el operario deba situarse para trabajar entre una pared del local y la máquina la distancia entre las partes más salientes fijas o móviles de esta y dicha pared no podrá ser inferior a 800 milímetros.
- Se establece una zona de seguridad entre el pasillo y el entorno del puesto de trabajo, o en su caso de la parte más saliente de la máquina que en ningún caso será inferior a 400 milímetros. Dicha zona se señalizara en forma clara y visible para los trabajadores.

Art. 75.- Colocación de materiales y útiles.

- Se establece en las proximidades de las máquinas zonas de almacenamiento de material de alimentación y de productos elaborados, de modo que éstos no constituyan un obstáculo para los operarios, ni para la manipulación o separación de la propia máquina.
- Los útiles de las máquinas que se deban guardar junto a éstas, estarán debidamente colocadas y ordenadas en armarios, mesas o estantes adecuados.

4.2.2 Análisis del proceso de producción.

La elaboración de calzado en la empresa PIONERO ha tenido un ordenamiento físico de los procesos sin tomar en cuenta un flujo adecuado de los materiales en proceso, sino en base a la experiencia de las personas que conforman la misma.

Hay unos aspectos que vale destacar respecto al proceso de producción actual:

- El proceso de producción de calzado en la empresa contiene la misma base del proceso de producción general que tienen las industrias de calzado.

Las áreas dentro de la planta de producción de calzado son las que se describen a continuación:

Cortado

Empieza con la solicitud de la materia prima en bodega por parte de los operarios del corte, por lo que sería deseable que las mesas de corte se encuentren cerca de la bodega de materia prima, lo que no sucede, ya que las mismas se encuentran al lado opuesto de donde está la bodega.

Se realiza un chequeo de la materia prima para detectar si existe alguna falla, se procede a cortar tanto el cuero como los forros en base a la orden de producción emitida. Luego se procede a codificar los cortes, se hace una última revisión de estos y se pasa al siguiente proceso.

Destallado

Este proceso consiste en disminuir el espesor de los bordes de cada pieza cortada, con el fin de alcanzar un mejor acople entre piezas al momento de aparar. Luego se procede a

agregar detalles en ciertas piezas, esto dependiendo del diseño del mismo. Nuevamente se cuentan las piezas y se envía al siguiente proceso.

Aparado

En el proceso de aparado se procede a unir mediante cocido las piezas del zapato, tanto el cuero, así como forros, etiquetas, cercos, y demás aditamentos, dependiendo del modelo que se está elaborando. Antes de esto se elabora el cuello del calzado, se unen las piezas utilizando adhesivos, y se procede a cocerlas.

Control de calidad

Este es el primer control de calidad que se hace previo al armado del zapato, el cual se encarga de controlar posibles fallas que pudieron haber pasado en procesos anteriores como el exceso de hilos en el aparado, residuos de pegas, también la colocación correcta de remaches y demás aditamentos.

Empastado de puntas

Se aplica la punta con la ayuda de una máquina empastadora, que al elevar la temperatura permite que se adhiera al corte.

Colocar talones y contrafuertes

Enseguida pasa al siguiente proceso, el mismo que consiste en colocar el contrafuerte en la parte del talón logrando de esta manera preformar el talón. Consiguientemente se procede a dar pega en los filos del corte para lograr la correcta fijación entre el corte y la plantilla interior.

Emplantillado

El proceso de emplantillado es aquel en el que el trabajador prepara todo lo necesario para el proceso de armado del zapato. En el mismo prepara la horma adecuada dependiendo del modelo y de la talla, sujeta la plantilla de armado a la horma utilizando una grapadora neumática, aplica pega en la plantilla de armado y en el corte, y los pone a disposición del armador de puntas.

Armado de puntas

Se arma la punta con la ayuda de la horma; finalmente se queman las arrugas que pueden aparecer en este proceso.

Armado de lados

Una vez armada la punta se arman los lados, y luego dando ligeros golpes con un martillo sobre los lados para lograr una mayor adherencia.

Armado de talones

Es un proceso parecido al armado de talones, con un calentamiento previo del corte en horma para lograr mayor flexibilidad del cuero. Finalmente se queman las arrugas que pueden aparecer luego de armar el talón.

Cardado

Se retiran las grapas que sujetan la plantilla de armado a la horma, se traza una raya delineando el contorno de la planta sobre el corte en horma que servirá como límite para cardar el área. Luego, se baja el piso del zapato, y finalmente se carda todo el zapato. Este proceso sirve para lograr una mejor adherencia entre la planta y el corte armado.

Colocación de pegas

Después de cardar, se procede a limpiar la pelusa que desprende el cuero para dar pega que permitirá unir la suela con el corte armado.

Un proceso paralelo a este es el de preparar las suelas, el mismo que consiste en pulir las suelas, pasar el limpiador, alogenizar y finalmente segmentar la pega en la planta. Luego de este proceso se debe esperar obligadamente un tiempo promedio de 30 minutos a fin de que la pega se seque.

Prensado de planta al corte

Es un proceso que consiste en realizar la unión de la planta con el corte armado en horma con la ayuda de una prensa. Previo a esto se procede a unir manualmente planta en horma para coincidir los bordes de la planta con el filo del cardado. Una vez hecha

esta unión manual, se pone el zapato dentro de la prensa, esta se cierra y luego de unos segundos el zapato está listo.

Luego se procede a enfriar el zapato, con el fin de que los adhesivos y pegas que estaban calientes bajen de temperatura y terminen de pegarse totalmente.

Sacado de hormas

En esta etapa se retira la horma del zapato ya armado y se coloca en estantes donde el zapato espera para ser terminado.

Terminado

Se realiza un chequeo general del zapato, se queman los hilos salidos así como posibles arrugas, se retira posibles excesos de pegas, se aplica cremas abrillantadoras, colocar cordones y finalmente se coloca el par en la caja respectiva.

En este último proceso se hace una especie control de calidad donde se determinan posibles fallas que se hayan pasado en procesos anteriores.

Almacenamiento en bodega de producto terminado

Cuando el zapato está listo, el responsable de la bodega de producto terminado chequea que la orden esté completa, hace un control de calidad aleatorio y almacena los zapatos hasta que el pedido del cliente esté completo para su posterior despacho.

En esta última etapa del proceso tiende a acumularse el producto ya que los pedidos tardan en completarse debido a las demoras en procesos anteriores como cuellos de botella.

4.2.3 Cursograma sinóptico del proceso actual

En este tipo de cursograma sinóptico del proceso, se presenta un cuadro general de cómo suceden las principales operaciones e inspecciones del proceso de producción de calzado.

Solo se anotan las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar su resultado, sin tener en cuenta quien le ejecuta ni donde se llevan a cabo.

A la información que dan de por sí los símbolos y su sucesión se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección

En la figura 4.1, se puede observar las operaciones e inspecciones durante la elaboración de calzado.

4.2.4 Cursograma sinóptico del proceso actual: Elaboración de calzado.

Operación 1: Cortado del cuero y forros utilizando moldes para obtener todas las piezas que conforman el zapato.

Operación 2: Disminución del espesor de los bordes del cuero para una mejor unión entre las piezas mediante el cocido.

Operación 3: Cocido de las piezas de cuero, forros y demás insumos que conlleve la elaboración del zapato, esto de acuerdo al modelo que se esté desarrollando. Este proceso se da basándose en el trabajo realizado por el preparado de corte y el destallado.

Inspección 1: Revisión del corte aparado. Se realiza un control del cocido, colocación de remaches, cuellos y demás aditamentos del zapato.

Almacenamiento 1: Se almacenan los cortes hasta que la orden de producción se complete para que siga al proceso de montaje.

Operación 4: Se coloca la punta del zapato, la misma que calienta la punta y esta se adhiere al corte. Consiguientemente en una máquina preformadora de talones se coloca el corte con un contrafuerte entre cuero y forro.

Operación 5: Se grapa a la horma la plantilla de armado y se le coloca pega; esto para el montaje del corte en horma, misma que será escogida de acuerdo al modelo del zapato y la talla del mismo.

Operación 6: Se coloca el corte y la horma para que el corte adopte la forma de la horma.

Operación 7: Se procede a armar los lados, que no es más que adherir los lados del corte a la plantilla de armado. También se da ligeros golpes a fin de lograr la mejor sujeción posible.

Operación 8: Primero se realiza un tizado en el corte en horma tomando como referencia la planta a colocar. El cardado en si consiste en bajar el piso del corte en horma, así como el cuero para aplicar la pega y que este la absorba.

Operación 9: Se aplican pegas y alogenantes al corte en horma siguiendo la forma del cardado. Luego se coloca el corte en horma y planta.

Operación 10: Se realiza una unión de la planta en el corte en horma previo al prensado mecánico, con el fin de que esta unión se cumpla por los bordes del cardado. Luego de esto se coloca en la prensadora mecánica para que la sujeción sea fuerte. Posterior a esta operación se enfría el zapato.

Operación 11: Sacar las hormas.

Operación 12: Se elimina todo tipo de imperfecciones o manchas posibles que pudieron empañar el zapato, colocarle plantillas, cordones, darle brillo, para después colocarlo en su respectiva caja.

Inspección 2: Se chequean posibles fallas que tengan el zapato antes de que se ponga a disposición del bodeguero de producto terminado.

Almacenamiento2: Se mantiene el calzado en su caja en un área específica hasta que la orden de producción se complete, así como el pedido para su posterior despacho.

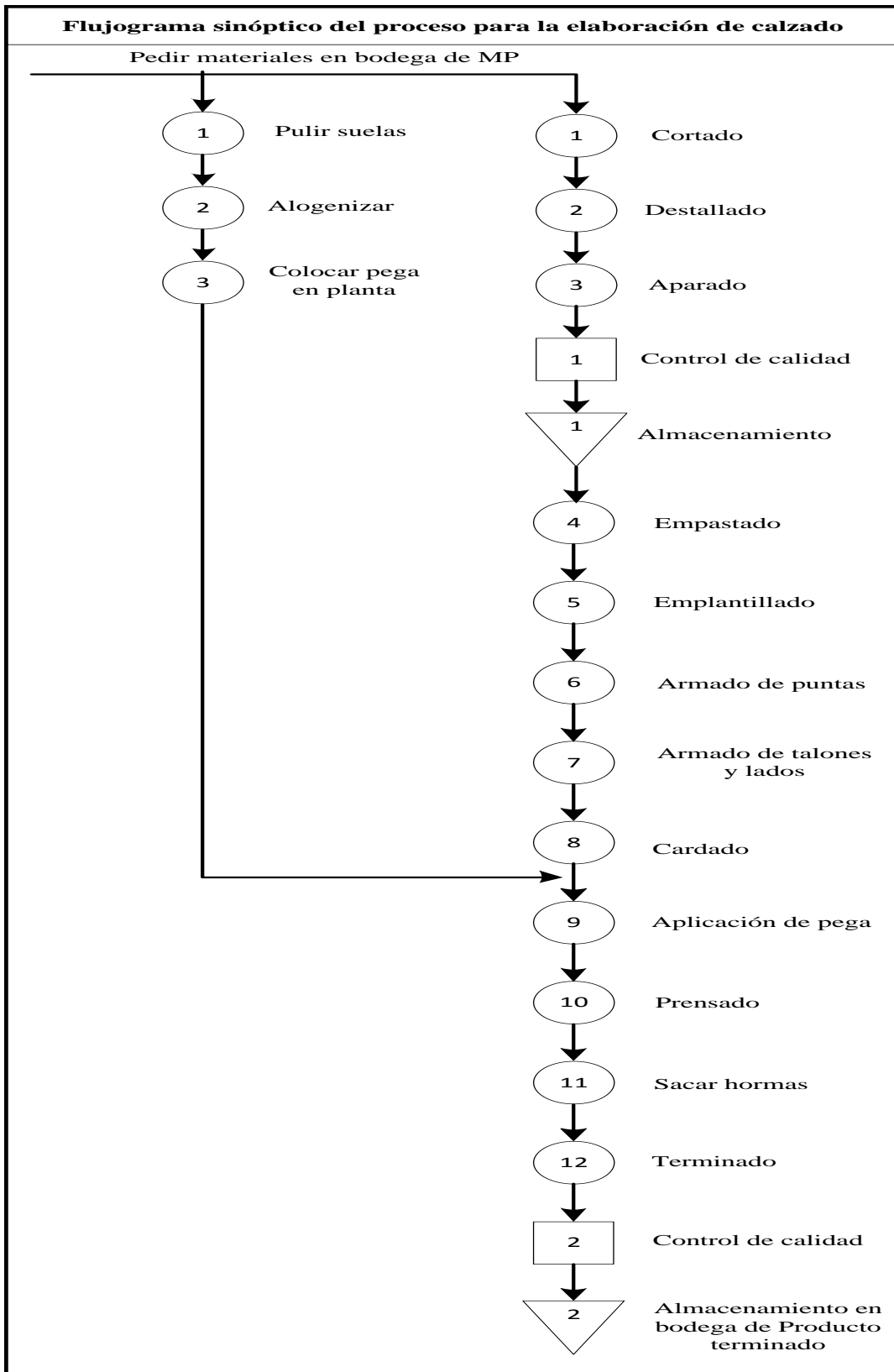


Figura 4.1. Cursograma de procesos para la elaboración de calzado
Elaborado por: Néstor De La Cruz

4.2.5 Diagrama de recorrido actual

El diagrama de recorrido indica la distribución originaria de la planta en donde se realiza el proceso de elaboración de cierto producto, la línea de trazo lleno representa el trayecto que siguen las piezas o material en proceso para la obtención de un producto, con ello se procede a utilizar el plano de la planta y además gráficamente se colocan las respectivas operaciones esperas transportes almacenamiento e inspecciones requeridas en el proceso para de esta forma visualizar de una manera directa lo que sucede dentro de la empresa.

El diagrama de recorrido utiliza los datos tomados de los cursogramas anteriores y gráficamente se puede observar cual es el recorrido actual y poder hacer correcciones para que se pueda optimizar los tiempos y obtener mayor producción y con los mismos recursos existentes.

Este diagrama permite visualizar de mejor manera el proceso actual que sigue la producción del producto en estudio, desde que sale la materia prima de bodega hasta que se termina la elaboración del producto y la forma en que se encuentra distribuida en la planta.

En la figura 4.2; se puede observar el recorrido actual del producto desde su inicio hasta su terminación.

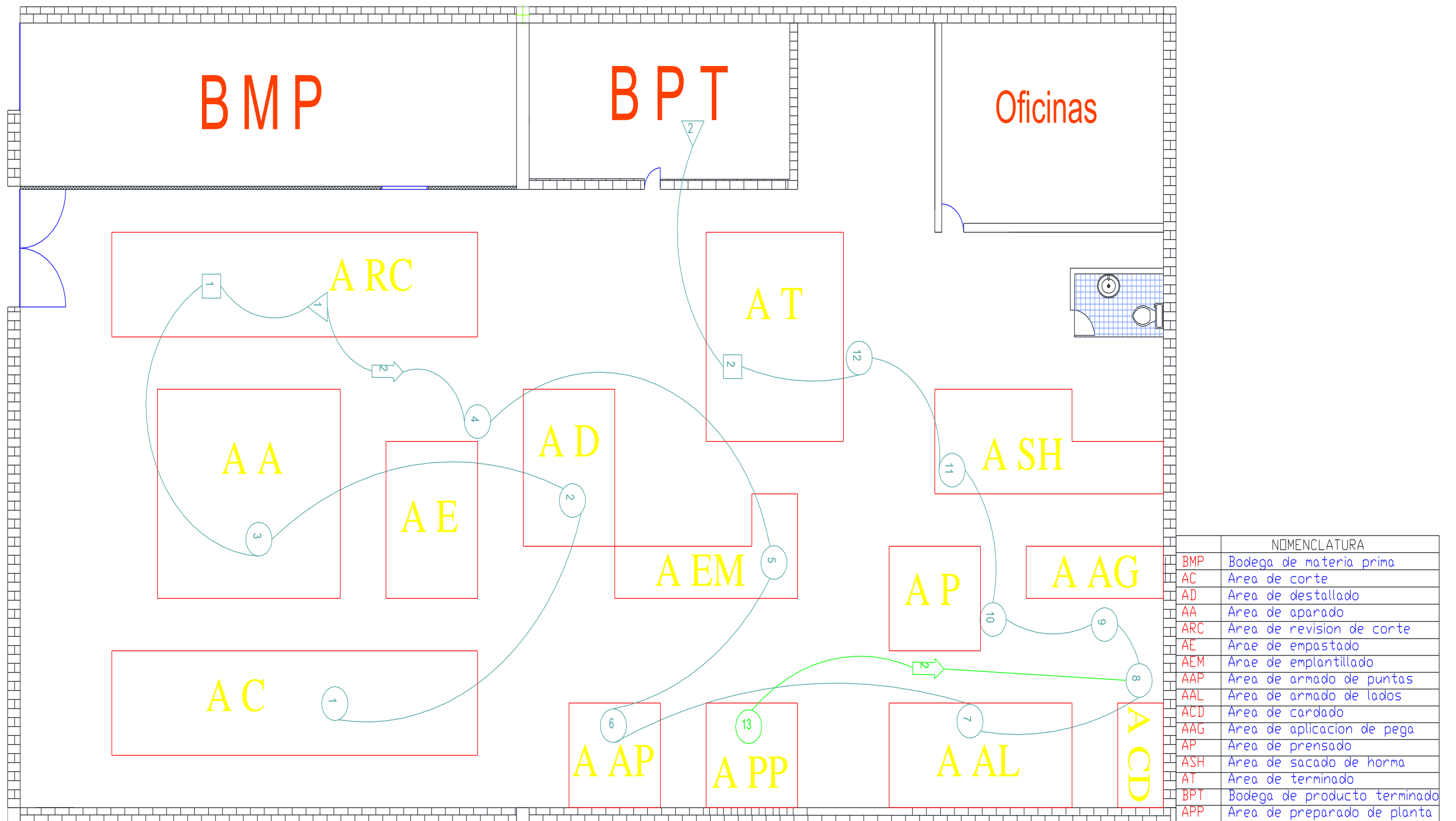


Figura 4.2: Diagrama de recorrido actual de la empresa PIONERO

Elaborado por: Néstor De La Cruz

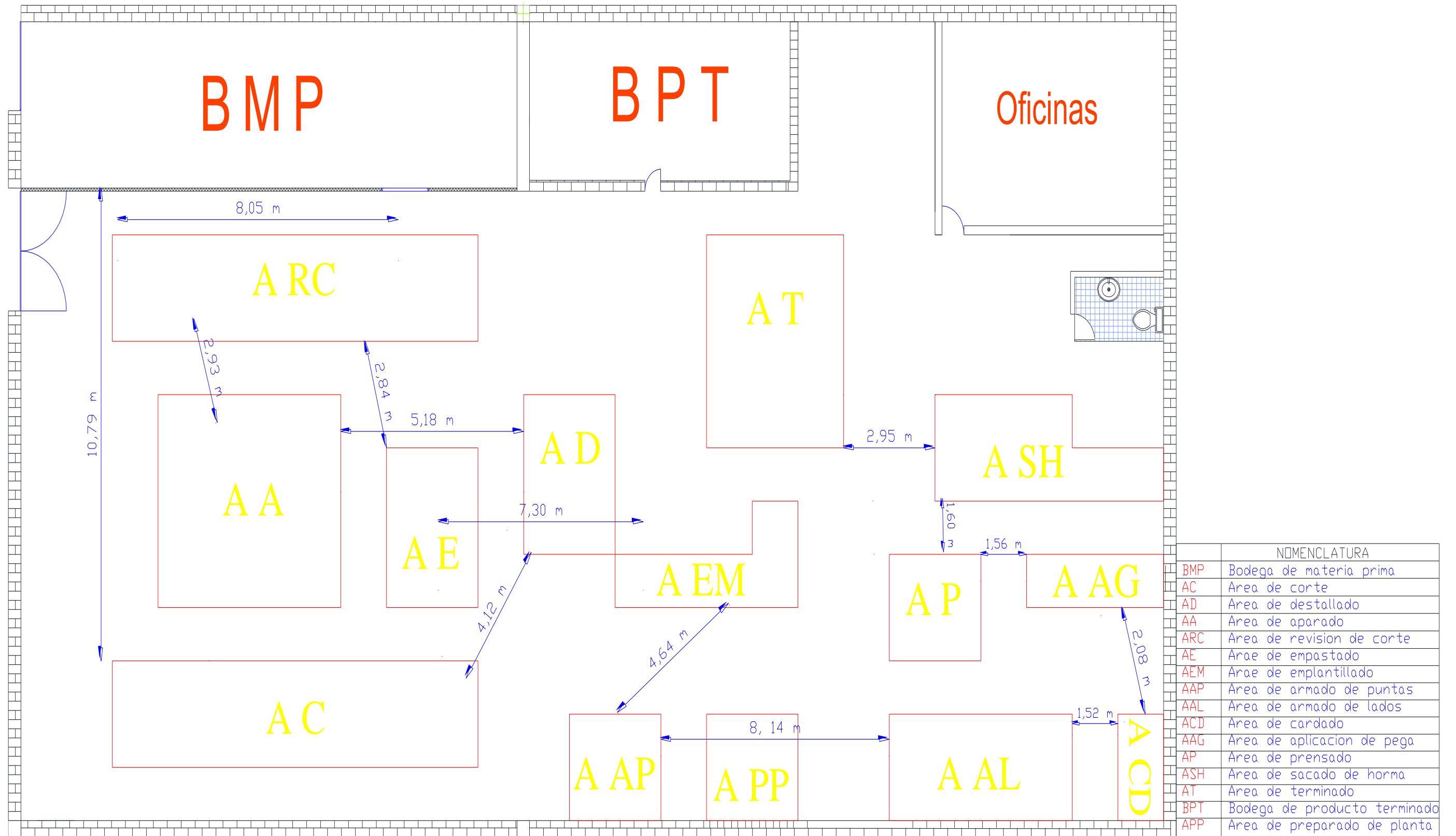


Figura 4.3: Distancias del recorrido del material actual

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Para la determinación de la nueva distribución se utilizará el software WinQSB, mismo que para los fines mencionados requiere que se den los siguientes pasos:

- Calcular el tiempo estándar de cada operación, para lo cual me basaré en los datos proporcionados por la empresa, es decir, los estándares de producción. También tomando en cuenta los respectivos suplementos por descanso que también se calcularán simultáneamente.
- Con el dato anterior conocido, se hará el cálculo del costo de mover el material de un proceso a otro, en base al sueldo que percibe cada operario en vista de que ellos son los que realizan los transportes.
- Para las coordenadas respectivas de las áreas de producción, se trazará una cuadrícula sobre el plano actual de tal forma que se puedan sacar coordenadas de ubicación de los departamentos.

Con estos datos calculados podremos hacer uso del software.

4.3 Estudio de tiempos actuales en las estaciones de trabajo para determinar el tiempo estándar a las operaciones de producción de calzado de la empresa PIONERO.

El estudio de tiempos se realiza a todas las operaciones que intervienen en el proceso de producción de calzado deportivo de la planta PIONERO.

4.3.1 Descripción de los Métodos utilizados para el Estudio de Tiempos

Técnica utilizada en la toma de Tiempos

La técnica a utilizar para el estudio de tiempos es con cronómetro; y el estudio se hace a través de observaciones directas a solo unos pasos del trabajador, situándonos a unos 1,20 a 1,80m, tomando en cuenta que nunca debemos colocarnos al frente o detrás de la persona quien realiza el trabajo, para quedar aproximadamente alineados el ojo, el cronómetro y el trabajo observado; disminuyendo así la fatiga ocular para que los datos obtenidos sean más precisos.

También debemos tomar en cuenta de evitar conversaciones, críticas o discutir con el operario de tal forma de no crear distracciones ni interferir en el trabajo que se está ejecutando.

Selección del Operario

Para llevar a cabo el estudio de tiempos se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Elegir un operario promedio, que desempeñe su trabajo con seguridad; debe estar familiarizado con la operación y mostrar interés por hacer bien su labor, que tenga voluntad, habilidad y temperamento en las actividades ejecutadas en su puesto de trabajo. Con ello se puede asegurar que el que tomamos es un tiempo prudente para realizar la operación.

Determinación de Número de Ciclos a Cronometrarse

El número de observaciones se establece por medio del criterio de la General Electric presentada en el Anexo 3, esta brinda el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo.

Debido al gran número de ciclos a cronometrarse en algunos elementos de cada operación, se optó por realizar una agrupación y promediar los datos para que los ciclos queden en diez como se indican en los cuadros del 4.1 al 4.43.

4.3.2 Método empleado para el cálculo de tiempo estándar a las operaciones de producción de calzado

En los cuadros de estudio de tiempos **T** que es la suma de los tiempos cronometrados, y esta, se obtiene al sumar el número de tiempos cronometrados por cada actividad.

$$\mathbf{T} = \Sigma \mathbf{n} \text{ ciclos}$$

Dónde:

T = Suma de tiempos cronometrados

n ciclos = Número de ciclos observados

El cálculo del valor **P** es el promedio de los tiempos cronometrados, se obtiene de la siguiente manera.

$$P = (\Sigma n \text{ ciclos})/n$$

Dónde:

P = Promedio de los tiempos cronometrados

V= Valoración proporcionada al desempeño de un trabajador, esta con una valoración de 100 que equivale a 1 es decir un operario con habilidad, fuerza y destreza de tipo promedio o normal.

Tiempo Básico o Normal

Es el tiempo que requiere el operario para realizar una tarea en forma normal se obtiene al multiplicar el tiempo de ciclo real por el factor de valoración sobre cien.

$$TB = P \times \frac{V}{100}$$

Dónde:

TB = Tiempo básico

P = Tiempo de ciclo real

V = Factor de valoración

T.A.M, representa el Tiempo Manual que el trabajador emplea para realizar una tarea determinada.

T.M, es el tiempo empleado por la máquina para realizar una operación o parte de ella.

Suplementos

Los suplementos deben tomarse en cuenta para la obtención de tiempos estándares de producción realizadas en los puestos de trabajo, ya que el operario no mantiene el mismo ritmo en las primeras horas de trabajo en comparación con las últimas ya que existe desgaste físico e intelectual y se requerirá de tiempo adicional para equilibrar.

Por ello en este estudio se ha tomado en cuenta los suplementos constantes y variables, a continuación se describe cada uno de ellos.

Suplementos Constantes

Debe tomarse en cuenta que la fatiga puede reducirse, más no evitarse y que no es equilibrada, esto debido a que se produce por el cansancio físico y por el estado anímico del operario que equivale un 4% y por Necesidades Personales que son interrupciones del trabajo necesarias para mantener el bienestar del trabajador, por ejemplo idas al baño, beber agua, etc., que equivale un 5%.

Los tiempos por suplementos (TPS) se obtienen de la siguiente manera.

$$\text{TPS} = \text{Tiempo Básico (TB)} * ((\Sigma \text{ de los suplementos}) / 100)$$

Para calcular los suplementos de los trabajadores de cada operación se utilizó la tabla del Instituto de Administración Científica de las empresas que está en el anexo 2.

Tiempo Tipo o Estándar

La determinación del tiempo tipo es uno de nuestros objetivos en este estudio, por lo que se va a poder definir el tiempo tipo de una operación como el tiempo en el cual un operario, trabajando a paso normal, realiza esta tarea, tomando en cuenta suplementos por fatiga y necesidades personales

$$\text{Tiempo estándar (TS)} = \text{Tiempo Básico (TB)} + \text{TPS}$$

A continuación se presenta los tiempos actuales de la empresa PIONERO, la valoración del trabajador, esta con 100 que equivale a 1 es decir un operario tipo promedio o normal.

CORTADO

Cuadro 4.1. Descripción de actividades de la operación de corte

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
PRODUCTO:	Calzado	ESTUDIO #: 01
MATERIAL:	Cueran, malla, gamuson	
OPERACIÓN:	Corte	
MÁQUINA:	A mano	
A	Solicitar material en bodega	
B	Revisar los materiales	
C	Cortar cueros y forros según O/P	
D	Codificar cortes y pintar números	
E	Verificar el control de calidad	
F	Entregar cortes a destallado	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

En esta operación vamos a tomar el elemento C (Cortar cueros y forros según O/P) y aplicar la fórmula matemática para determinar el número de ciclos a cronometrarse, y poder observar la diferencia que existe con la tabla de la General Electric. Para lo cual se aplica la siguiente fórmula.

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot x} \right)^2 + 1$$

En donde

K= el coeficiente de riesgo cuyos valores son

K= 1 para riesgo de error de 32%

K= 2 para riesgo de error de 5%

K=3 para riesgo de error de 0,32%

σ = desviación típica de la curva

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f (X_i - X)^2}{n}}$$

Donde

X_i = los valores obtenidos de los tiempos de reloj

X = la media aritmética de los tiempos de reloj

N = frecuencia de cada tiempo de reloj tomado

n = número de mediciones efectuadas

e = error expresado en forma de fracción

Utilizaremos las 8 lecturas que se efectuó como indica la tabla de la General Electric, un error del 2% y un riesgo del 0,32%.

Tabla 4.1. Tabla de frecuencia

<i>Valores X_i</i>	<i>Frecuencia f</i>	<i>$X_i - X$</i>	<i>$(X_i - X)^2$</i>	<i>$f(X_i - X)^2$</i>
6,10	1	0,088	0,007744	0,007744
6,05	1	0,038	0,001444	0,001444
6,00	3	-0,013	0,000169	0,000507
5,98	1	-0,033	0,001089	0,001089
5,95	1	-0,063	0,003969	0,003969
6,02	1	0,008	0,000064	0,000064
Totales	8			0,014817

Elaborado por: Néstor De La Cruz

$$X = \frac{6,10 + 6,05 + 3(6,00) + 5,98 + 5,95 + 6,02}{8}$$

$$X = 6,0125$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f (X_i - X)^2}{n}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,014817}{8}}$$

$$\sigma = 0,04304$$

El valor de K correspondiente a un riesgo del 0,32% es K=3 y el valor del error fijado es $e=0,02$

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot x}\right)^2 + 1$$

$$N = \left(\frac{3 * 0,04304}{0,02 * 6,0125}\right)^2 + 1$$

$$N = 1,1530 + 1$$

$$N = 2,1530 \approx 3$$

Utilizando la formula se obtuvo 3 ciclos a cronometrarse mientras que la tabla nos indica 8 ciclos, y se optó por utilizar la tabla de la General Electric.

Cuadro 4.2. Estudio de tiempos de la operación de corte

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Zona de corte											ESTUDIO: 01			
OPERACIÓN: Cortar											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado											FECHA:			
MATERIAL: Cueran, mallas, gamuson											OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	1,60	1,55	1,50	1,45	1,52	1,54	1,49	1,50	1,47	1,48	15,10	1,51	100%	1,51
B	1,05	0,90	1,00	0,97	1,03	1,01	0,98	0,95	1,00	1,00	9,89	0,99	100%	0,99
C	6,10	6,05	6,00	5,98	5,95	6,00	6,02	6,00	6,05	5,90	60,05	6,01	100%	6,01
D	0,50	0,47	0,45	0,44	0,46	0,43	0,42	0,40	0,45	0,45	4,47	0,45	100%	0,45
E	1,65	1,60	1,63	1,62	1,60	1,60	1,58	1,59	1,60	1,59	16,06	1,61	100%	1,61
F	0,42	0,39	0,4	0,45	0,43	0,41	0,44	0,43	0,42	0,42	4,21	0,42	100%	0,42
											Tiempo básico			10,99
											T.A.M. (A+B+C+D+E+F)			10,99

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.3. Cálculo del tiempo estándar de la operación de corte

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR		
OPERACIÓN	CORTE	
ESTUDIO	01	
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	%	T(min)
HOMBRE		
CONSTANTES		
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
VARIABLES		
Por trabajar de pie		2
Postura incomoda		2
Trabajo de concentración intensa		0
Monotonía		1
Tedio		2
TOTAL		16
TB	10,99	
TM	0,00	
TAM	10,99	
SUPLEMENTO POR DESCANSO	1,76	
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	12,75	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

DESTALLADO

Cuadro 4.4. Descripción de actividades de la operación de destallado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO:	Calzado ESTUDIO #: 02
MATERIAL:	Cueran, mallas, gamuson
OPERACIÓN:	Destallado
MÁQUINA:	Destalladora
A	Destallar las piezas
B	Verificar el control de calidad
C	Entregar al proceso de aparado

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.5. Estudio de tiempos de la operación de destallado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de Destallado											ESTUDIO: 02			
OPERACIÓN: Destallado											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, mallas, gamuson											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
FECHA: OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz											RESUMEN			
											DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
A	0,80	0,76	0,75	0,71	0,70	0,70	0,69	0,68	0,70	0,67	7,16	0,72	100%	0,72
B	0,50	0,49	0,45	0,45	0,47	0,45	0,42	0,44	0,45	0,46	4,58	0,46	100%	0,46
C	0,36	0,4	0,38	0,42	0,39	0,4	0,43	0,38	0,37	0,4	3,93	0,39	100%	0,39
											Tiempo básico			1,57
											T.A.M. (B+C)			0,85
											T.M. (A)			0,72
Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina														

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.6. Cálculo del tiempo estándar de la operación de destallado

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR		
OPERACIÓN	DESTALLADO	
ESTUDIO	02	
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	%	T(min)
HOMBRE		
CONSTANTES		
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
VARIABLES		
Postura incomoda		0
Trabajo de concentración intensa		2
Tensión mental		1
Monotonía		1
Postura incomoda		0
TOTAL		13
TB	1,57	
TM	0,72	
TAM	0,85	
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,11	
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	1,68	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

APARADO

Cuadro 4.7. Descripción de actividades de la operación de aparado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
PRODUCTO:	Calzado	ESTUDIO #: 03
MATERIAL:	Cueran, mallas, gamuson	
OPERACIÓN:	Aparado	
MÁQUINA:	Overlock	
A	Verificar número de piezas y forros	
B	Formar cuellos	
C	Pegar piezas del zapato	
D	Sacar manchas de pega	
E	Colocar material en la maquina	
F	Ensamblar los cortes	
G	Recortar hilos	
H	Realizar doblados	
I	Comprobar que las ordenes estén completas	
J	Entregar a revisión de cortes	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.8. Estudio de tiempos de la operación de aparado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Zona de aparado											ESTUDIO: 03			
OPERACIÓN: Coser											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado											FECHA:			
MATERIAL: Cueran, mallas, gamuson											OBSERVADO POR:			
											Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,68	0,65	0,66	0,64	0,65	0,63	0,62	0,67	0,65	0,64	6,49	0,65	100%	0,65
B	5,65	5,63	5,60	5,55	5,58	5,59	5,63	5,55	5,57	5,52	55,87	5,59	100%	5,59
C	11,58	11,60	11,55	11,60	11,52	11,50	11,50	11,45	11,45	11,50	115,25	11,53	100%	11,53
D	2,50	2,52	2,48	2,45	2,42	2,40	2,45	2,43	2,41	2,40	24,46	2,45	100%	2,45
E	0,45	0,60	0,55	0,50	0,58	0,64	0,53	0,48	0,45	0,55	5,33	0,53	100%	0,53
F	16,35	16,30	16,30	16,33	16,32	16,25	16,25	16,22	16,22	16,20	162,74	16,27	100%	16,27
G	4,80	4,76	4,78	4,75	4,73	4,72	4,74	4,75	4,71	4,74	47,48	4,75	100%	4,75
H	7,20	7,23	7,20	7,18	7,16	7,15	7,12	7,14	7,11	7,12	71,61	7,16	100%	7,16
I	1,60	1,62	1,58	1,55	1,56	1,53	1,55	1,57	1,59	1,55	15,70	1,57	100%	1,57
J	0,63	0,6	0,58	0,61	0,59	0,6	0,59	0,58	0,63	0,62	6,03	0,60	100%	0,60
											Tiempo básico			51,10
											T.A.M. (A+B+C+D+E+G+H+I+J)			34,83
											T.M. (F)			16,27

Nota= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

En esta operación aparece un elemento que debemos darle un trato especial, ya que se considera una parte necesaria de la operación que el operador realiza en cualquier orden secuencial, que es colocar los hilos en la máquina de coser.

Esta operación lleva al operario 0,75min.

Normalmente el tiempo promedio de ejecución del elemento E es 0,53min, que es el tiempo en el que el operador hace normalmente su trabajo, y la diferencia debido a la colocación de los hilos en la máquina es:

$$0,75 - 0,53 = 0,22\text{min}$$

Como este elemento aparece cada 10 ciclos por lo que:

$$0,22/10 = 0,022\text{min}$$

Este resultado debemos agregar al tiempo medio observado de cada elemento, por la razón de que no se sabe en cuál de estos elementos el operador tendrá que colocar los hilos en la máquina.

Cuadro 4.9. Nuevo estudio de tiempos de la operación de aparato

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Zona de aparato											ESTUDIO: 03			
OPERACIÓN: Coser											HOJA #: 01			
											TERMINO: COMIENZO: TIEMPO TRANSC:			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, mallas, gamuson											FECHA: OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,68	0,65	0,66	0,64	0,65	0,63	0,62	0,67	0,65	0,64	6,49	0,67	100%	0,67
B	5,65	5,63	5,60	5,55	5,58	5,59	5,63	5,55	5,57	5,52	55,87	5,61	100%	5,61
C	11,58	11,60	11,55	11,60	11,52	11,50	11,50	11,45	11,45	11,50	115,25	11,55	100%	11,55
D	2,50	2,52	2,48	2,45	2,42	2,40	2,45	2,43	2,41	2,40	24,46	2,47	100%	2,47
E	0,45	0,60	0,55	0,50	0,58	0,64	0,53	0,48	0,45	0,55	5,33	0,55	100%	0,55
F	16,35	16,30	16,30	16,33	16,32	16,25	16,25	16,22	16,22	16,20	162,74	16,27	100%	16,27
G	4,80	4,76	4,78	4,75	4,73	4,72	4,74	4,75	4,71	4,74	47,48	4,77	100%	4,77
H	7,20	7,23	7,20	7,18	7,16	7,15	7,12	7,14	7,11	7,12	71,61	7,18	100%	7,18
I	1,60	1,62	1,58	1,55	1,56	1,53	1,55	1,57	1,59	1,55	15,70	1,59	100%	1,59
J	0,63	0,6	0,58	0,61	0,59	0,6	0,59	0,58	0,63	0,62	6,03	0,62	100%	0,62
											Tiempo básico			51,28
											T.A.M. (A+B+C+D+E+G+H+I+J)			35,01
											T.M. (F)			16,27

Nota= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.10. Cálculo del tiempo estándar de la operación de aparato

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR		
OPERACIÓN	APARADO	
ESTUDIO	03	
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	%	T(min)
HOMBRE		
CONSTANTES		
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
VARIABLES		
Concentración intensa		5
Tensión mental		1
TOTAL		15
TB	51,28	
TM	16,27	
TAM	35,01	
SUPLEMENTO POR DESCANSO	5,25	
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	56,53	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

REVISION DE CORTES

Cuadro 4.11. Descripción de actividades de la operación de revisión de cortes

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO:	Calzado ESTUDIO #: 04
MATERIAL:	Cueran, mallas, gamuson
OPERACIÓN:	Revisión
MÁQUINA:	A mano
A	Recibir cortes armados
B	Revisar posibles fallas en aparato
C	Trasladar ordenes al proceso de empastado

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.12. Estudio de tiempos de la operación de revisión de cortes

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)																			
DEPARTAMENTO: Área de control											ESTUDIO: 04								
OPERACIÓN: Revisar cortes											HOJA #: 01								
											TERMINO:								
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, mallas, gamuson											COMIENZO:								
											TIEMPO TRANSC:								
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO											CICLO (min)					RESUMEN			
											1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0,17	0,18	0,16	0,15	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	1,52	0,15	100%	0,15					
B	0,80	0,80	0,77	0,75	0,73	0,76	0,75	0,77	0,74	0,75	7,62	0,76	100%	0,76					
C	1,38	1,40	1,37	1,39	1,35	1,33	1,36	1,34	1,35	1,35	13,62	1,36	100%	1,36					
											Tiempo básico			2,27					
											T.A.M. (A+B+C)			2,27					

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.13. Cálculo del tiempo estándar de la operación de revisión de cortes

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	
OPERACIÓN	REVISIÓN DE CORTE
ESTUDIO	04
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	% T(min)
HOMBRE	
CONSTANTES	
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
VARIABLES	
Por trabajar de pie	2
Postura anormal	0
Monotonía	1
TOTAL	12
TB	2,27
TM	0,00
TAM	2,27
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,27
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	2,54

Elaborado por: Néstor De La Cruz

EMPASTADO

Cuadro 4.14. Descripción de actividades de la operación de empastado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO:	Calzado ESTUDIO #: 05
MATERIAL:	Cueran, mallas, gamuson
OPERACIÓN:	Empastar
MÁQUINA:	A mano
A	Revisar cortes
B	Colocar puntas
C	Poner pega en los filos del corte
D	Enviar a emplantillado

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.15. Estudio de tiempos de la operación de empastado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de empastado											ESTUDIO: 05			
OPERACIÓN: Empastar											HOJA #: 01			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, mallas, gamuson											TERMINO:			
											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
											FECHA:			
											OBSERVADO POR:			
											Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,30	0,26	0,27	0,25	0,23	0,24	0,25	0,26	0,25	0,24	2,55	0,26	100%	0,26
B	0,28	0,35	0,33	0,31	0,35	0,30	0,30	0,33	0,32	0,35	3,22	0,32	100%	0,32
C	0,95	1,00	0,98	1,03	0,97	0,95	0,99	1,01	1,04	1,00	9,92	0,99	100%	0,99
D	1,15	1,2	1,16	1,09	1,11	1,13	1,15	1,16	1,08	1,12	11,4	1,14	100%	1,14
											Tiempo básico		2,71	
											T.A.M. (A+B+C+D)		2,71	

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

En esta operación cada 15 ciclos se termina la pega, y el trabajador tiene que abandonar su puesto de trabajo para conseguir más pega.

Esto toma al operario 0,25min, y debemos realizar el mismo procedimiento que en la operación de aparado:

$$0,99-0,25=0,74 \text{ min}$$

$$0,74/15=0,049 \text{ min}$$

Al sumar este tiempo a los tiempos promedios de cada elemento obtenemos el siguiente cuadro:

Cuadro 4.16. Nuevo estudio de tiempos de la operación de empastado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de empastado											ESTUDIO: 05			
OPERACIÓN: Empastar											HOJA #: 01			
PRODUCTO: Calzado											TERMINO:			
MATERIAL: Cueran, mallas, gamuson											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
											FECHA:			
											OBSERVADO POR:			
											Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,30	0,26	0,27	0,25	0,23	0,24	0,25	0,26	0,25	0,24	2,55	0,31	100%	0,31
B	0,28	0,35	0,33	0,31	0,35	0,30	0,30	0,33	0,32	0,35	3,22	0,37	100%	0,37
C	0,95	1,00	0,98	1,03	0,97	0,95	0,99	1,01	1,04	1,00	9,92	1,04	100%	1,04
D	1,15	1,2	1,16	1,09	1,11	1,13	1,15	1,16	1,08	1,12	11,4	1,19	100%	1,19
											Tiempo básico			2,91
											T.A.M. (A+B+C+D)			2,91

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Con este nuevo cuadro de tiempos debemos calcular el tiempo estándar de esta operación.

Cuadro 4.17. Cálculo del tiempo estándar de la operación de empastado

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	
OPERACIÓN	EMPASTADO
ESTUDIO	05
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	% T(min)
HOMBRE	
CONSTANTES	
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
VARIABLES	
Por trabajar de pie	2
Monotonía	1
TOTAL	12
TB	2,91
TM	0,00
TAM	2,91
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,35
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	3,26

Elaborado por: Néstor De La Cruz

EMPLANTILLADO

Cuadro 4.18. Descripción de actividades de la operación de emplantillado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO:	Calzado ESTUDIO #: 06
MATERIAL:	Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma
OPERACIÓN:	Emplantillar
MÁQUINA:	A mano
A	Revisar hormas
B	Emplantillar hormas
C	Poner pega
D	Poner corte en hormas
E	Enviar a armador de puntas

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.19. Estudio de tiempos de la operación de emplantillado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de emplantillado											ESTUDIO: 06			
OPERACIÓN: Emplantillar											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
FECHA: OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz											RESUMEN			
											T	P	V	TB
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
A	0,70	0,74	0,72	0,75	0,73	0,71	0,70	0,69	0,73	0,70	7,17	0,72	100%	0,72
B	1,30	1,29	1,28	1,25	1,30	1,29	1,27	1,28	1,30	1,26	12,82	1,28	100%	1,28
C	1,24	1,22	1,25	1,23	1,20	1,24	1,25	1,26	1,23	1,25	12,37	1,24	100%	1,24
D	0,16	0,20	0,17	0,18	0,20	0,19	0,15	0,17	0,16	0,17	1,75	0,18	100%	0,18
E	0,65	0,62	0,66	0,63	0,66	0,65	0,64	0,67	0,65	0,63	6,46	0,65	100%	0,65
											Tiempo básico			4,07
											T.A.M. (A+B+C+D+E)			4,07

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Igual que en la operación anterior, también al operario cada cierto ciclo se le agota la pega y tiene que retirarse a conseguir más.

Esto sucede cada 12 ciclos y toma al trabajador un tiempo de 0,29 min.

$$1,24 - 0,29 = 0,95$$

$$0,95 / 12 = 0,079$$

Como en el caso anterior debemos añadir a los tiempos promedios de cada elemento como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.20. Nuevo estudio de tiempos de la operación de emplantillado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de emplantillado											ESTUDIO: 06			
OPERACIÓN: Emplantillar											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO											FECHA:			
											OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz			
CICLO (min)											RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,70	0,74	0,72	0,75	0,73	0,71	0,70	0,69	0,73	0,70	7,17	0,80	100%	0,80
B	1,30	1,29	1,28	1,25	1,30	1,29	1,27	1,28	1,30	1,26	12,82	1,36	100%	1,36
C	1,24	1,22	1,25	1,23	1,20	1,24	1,25	1,26	1,23	1,25	12,37	1,32	100%	1,32
D	0,16	0,20	0,17	0,18	0,20	0,19	0,15	0,17	0,16	0,17	1,75	0,26	100%	0,26
E	0,65	0,62	0,66	0,63	0,66	0,65	0,64	0,67	0,65	0,63	6,46	0,73	100%	0,73
											Tiempo básico			4,47
											T.A.M. (A+B+C+D)			4,47

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.21. Cálculo del tiempo estándar de la operación de emplantillado

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	
OPERACIÓN	EMPLANTILLADO
ESTUDIO	06
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	% T(min)
HOMBRE	
CONSTANTES	
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
VARIABLES	
Por trabajar de pie	2
Monotonía	1
TOTAL	12
TB	4,47
TM	0,00
TAM	4,47
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,54
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	5,01

Elaborado por: Néstor De La Cruz

ARMADO DE PUNTAS

Cuadro 4.22. Descripción de actividades de la operación de armado de puntas

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO:	Calzado ESTUDIO #: 07
MATERIAL:	Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma
OPERACIÓN:	Armar
MÁQUINA:	Armadora
A	Armar punta
B	Quemar rebabas
C	Enviar a armador de talones

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.23. Estudio de tiempos de la operación de armado de puntas

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Armado de puntas											ESTUDIO: 07			
OPERACIÓN: Armar puntas											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado											COMIENZO:			
MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											TIEMPO TRANSC:			
FECHA:											OBSERVADO POR:			
											Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	3,60	3,58	3,57	3,55	3,65	3,50	3,68	3,53	3,51	3,52	35,69	3,57	100%	3,57
B	0,15	0,15	0,14	0,13	0,10	0,13	0,11	0,15	0,12	0,10	1,28	0,13	100%	0,13
C	0,6	0,58	0,57	0,63	0,62	0,6	0,59	0,61	0,57	0,59	5,96	0,60	100%	0,60
											Tiempo básico		4,30	
											T.A.M. (B+C)		0,73	
											T.M. (A)		3,57	
Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina														

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.24. Cálculo del tiempo estándar de la operación de armado de puntas

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR		
OPERACIÓN	ARMADO DE PUNTAS	
ESTUDIO	07	
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	%	T(min)
HOMBRE		
CONSTANTES		
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
VARIABLES		
Por trabajar de pie		2
Tensión mental		1
Monotonía		1
TOTAL		13
TB	4,30	
TM	3,57	
TAM	0,73	
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,09	
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	4,39	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

ARMADO DE TALONES

Cuadro 4.25. Descripción de actividades de la operación de armado de talones

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO:	Calzado ESTUDIO #: 08
MATERIAL:	Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma
OPERACIÓN:	Armar
MÁQUINA:	Armadora de talones
A	Armar los lados
B	Armar el talón
C	Enviar a cardado

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.26. Estudio de tiempos de la operación de armado de talones

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Zona de armado de talones											ESTUDIO: 08			
OPERACIÓN: Armar talones											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado											FECHA:			
MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	2,55	2,63	2,56	2,68	2,60	2,45	2,43	2,70	2,56	2,47	25,63	2,56	100%	2,56
B	0,43	0,44	0,42	0,45	0,48	0,47	0,45	0,45	0,44	0,42	4,45	0,45	100%	0,45
C	0,30	0,34	0,36	0,32	0,34	0,31	0,32	0,35	0,32	0,35	3,31	0,33	100%	0,33
											Tiempo básico			3,34
											T.A.M. (B+C)			0,78
											T.M. (A)			2,56
Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina														

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.27. Cálculo del tiempo estándar de la operación de armado de talones

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	
OPERACIÓN	ARMADO DE TALONES
ESTUDIO	08
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	% T(min)
HOMBRE	
CONSTANTES	
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
VARIABLES	
Por trabajar de pie	2
Concentración intensa	2
Tensión mental	1
Monotonía	1
TOTAL	15
TB	3,34
TM	2,56
TAM	0,78
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,12
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	3,46

Elaborado por: Néstor De La Cruz

CARDADO

Cuadro 4.28. Descripción de actividades de la operación de cardado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO:	Calzado ESTUDIO #: 09
MATERIAL:	Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma
OPERACIÓN:	Cardar
MÁQUINA:	A mano
A	Sacar las grapas de las hormas
B	Rayar para el cardado
C	Bajar piso en cardadora
D	Cardar para pegado a la planta

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.29. Estudio de tiempos de la operación de cardado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de cardado											ESTUDIO: 09			
OPERACIÓN: Cardar											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
FECHA: OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz														
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,13	0,15	0,11	0,15	0,10	0,13	0,14	0,12	0,13	0,13	1,29	0,13	100%	0,13
B	0,35	0,33	0,36	0,37	0,35	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	3,46	0,35	100%	0,35
C	0,30	0,28	0,30	0,32	0,30	0,28	0,29	0,30	0,32	0,30	2,99	0,30	100%	0,30
D	0,45	0,47	0,44	0,43	0,45	0,44	0,46	0,45	0,47	0,44	4,06	0,45	100%	0,45
											Tiempo básico			1,23
											T.A.M. (A+B+C+D)			1,23
Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina														

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.30. Cálculo del tiempo estándar de la operación de cardado

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	
OPERACIÓN	CARDADO
ESTUDIO	09
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	% T(min)
HOMBRE	
CONSTANTES	
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
VARIABLES	
Por trabajar de pie	2
Concentración intensa	2
Ruido	2
Monotonía	1
TOTAL	16
TB	1,23
TM	0,00
TAM	1,23
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,20
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	1,43

Elaborado por: Néstor De La Cruz

APLICACIÓN DE PEGA

Cuadro 4.31. Descripción de actividades de la operación de aplicación de pega

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado	ESTUDIO #: 10
MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma	
OPERACIÓN: Aplicar pega	
MÁQUINA: A mano	
A	Limpiar pelusas de cardado
B	Segmentar el corte
C	Aplicar alogenantes
D	Aplicar cola
E	Secado de pega
F	Ubicar corte en horma
G	Enviar a prensado

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.32. Estudio de tiempos de la operación de aplicación de pega

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de aplicación de pega											ESTUDIO: 10			
OPERACIÓN: Aplicar pega											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											FECHA:			
											OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,13	0,15	0,12	0,11	0,15	0,13	0,14	0,12	0,11	0,13	1,29	0,13	100%	0,13
B	0,27	0,26	0,28	0,25	0,25	0,24	0,21	0,25	0,26	0,25	2,52	0,25	100%	0,25
C	0,73	0,75	0,76	0,77	0,74	0,75	0,72	0,76	0,75	0,74	7,47	0,75	100%	0,75
D	1,45	1,48	1,54	1,51	1,50	1,52	1,48	1,49	1,50	1,53	15,00	1,50	100%	1,50
E	5,10	5,00	5,05	5,10	4,95	4,98	5,00	5,04	5,03	5,00	50,25	5,03	100%	5,03
F	0,40	0,43	0,41	0,42	0,45	0,42	0,40	0,41	0,42	0,43	4,19	0,42	100%	0,42
G	0,46	0,48	0,51	0,49	0,47	0,53	0,50	0,48	0,52	0,49	4,93	0,49	100%	0,49
											Tiempo básico			8,57
											T.A.M. (A+B+C+D+E+F+G)			8,57

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Como en los casos anteriores al operario se le termina la pega cada 10 ciclos, y le toma 0,35 min en realizar esta actividad.

$$1,50-0,35=1,15$$

$$1,15/10=0,115$$

Este tiempo añadimos al promedio de los elementos para obtener el nuevo tiempo básico.

Cuadro 4.33. Nuevo estudio de tiempos de la operación de aplicación de pega

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)															
DEPARTAMENTO: Área de aplicación de pega											ESTUDIO: 10			HOJA #: 01	
OPERACIÓN: Aplicar pega											TERMINO:			COMIENZO:	TIEMPO TRANSC:
PRODUCTO: Calzado											FECHA:			OBSERVADO POR:	Néstor De La Cruz
MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma															
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB	
A	0,13	0,15	0,12	0,11	0,15	0,13	0,14	0,12	0,11	0,13	1,29	0,25	100%	0,25	
B	0,27	0,26	0,28	0,25	0,25	0,24	0,21	0,25	0,26	0,25	2,52	0,37	100%	0,37	
C	0,73	0,75	0,76	0,77	0,74	0,75	0,72	0,76	0,75	0,74	7,47	0,87	100%	0,87	
D	1,45	1,48	1,54	1,51	1,50	1,52	1,48	1,49	1,50	1,53	15,00	1,62	100%	1,62	
E	5,10	5,00	5,05	5,10	4,95	4,98	5,00	5,04	5,03	5,00	50,25	5,15	100%	5,15	
F	0,40	0,43	0,41	0,42	0,45	0,42	0,40	0,41	0,42	0,43	4,19	0,54	100%	0,54	
G	0,46	0,48	0,51	0,49	0,47	0,53	0,50	0,48	0,52	0,49	4,93	0,61	100%	0,61	
											Tiempo básico			9,41	
											T.A.M. (A+B+C+D+E+F+G)			9,41	

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.34. Cálculo del tiempo estándar de la operación de aplicación de pega

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	
OPERACIÓN	APLICACIÓN DE PEGA
ESTUDIO	10
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	% T(min)
HOMBRE	
CONSTANTES	
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
VARIABLES	
Por trabajar de pie	2
Concentración intensa	2
Monotonía	1
TOTAL	14
TB	9,41
TM	0,00
TAM	9,41
SUPLEMENTO POR DESCANSO	1,32
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	10,73

Elaborado por: Néstor De La Cruz

PRENSADO

Cuadro 4.35. Descripción de actividades de la operación de prensado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado	ESTUDIO #: 11
MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma	
OPERACIÓN: Prensar	
MÁQUINA: Prensadora	
A	Pegar suela a corte
B	Colocar en prensadora
C	Prensado
D	Verificar la unión correcta
E	Hacia el siguiente proceso

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.36. Estudio de tiempos de la operación de prensado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de prensado											ESTUDIO: 11			
OPERACIÓN: Prensado											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
FECHA: OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz														
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	1,00	1,05	1,10	1,07	1,03	1,02	1,05	1,05	1,07	1,04	10,48	1,05	100%	1,05
B	0,15	0,14	0,17	0,15	0,13	0,15	0,14	0,17	0,18	0,14	1,52	0,15	100%	0,15
C	0,30	0,25	0,26	0,25	0,28	0,26	0,25	0,30	0,27	0,29	2,71	0,27	100%	0,27
D	0,10	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	0,14	0,13	0,11	0,10	1,15	0,12	100%	0,12
E	0,45	0,44	0,41	0,47	0,43	0,48	0,47	0,46	0,45	0,47	4,53	0,45	100%	0,45
											Tiempo básico			2,04
											T.A.M. (A+B+D+E)			1,77
											T.M. (C)			0,27
Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina														

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.37.Cálculo del tiempo estándar de la operación de prensado

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR		
OPERACIÓN	PRENSADO	
ESTUDIO	11	
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	%	T(min)
HOMBRE		
CONSTANTES		
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
VARIABLES		
Por trabajar de pie		2
Concentración intensa		2
Monotonía		1
TOTAL		14
TB	2,04	
TM	0,27	
TAM	1,77	
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,25	
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	2,29	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

SACADO DE HORMAS

Cuadro 4.38. Descripción de actividades de la operación de sacado de horma

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado	ESTUDIO #: 12
MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma	
OPERACIÓN: Sacar horma	
MÁQUINA: A mano	
A	Sacar la horma
B	Colocar el zapato en la estantería
C	Enviar al proceso de terminado

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.39. Estudio de tiempos de la operación de sacado de hormas

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Sacado de horma											ESTUDIO: 12			
OPERACIÓN: Sacar horma											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado											TIEMPO TRANSC:			
MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											FECHA:			
											OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,10	0,14	0,12	0,10	0,11	0,13	0,11	0,10	0,09	0,12	1,12	0,11	100%	0,11
B	0,15	0,13	0,15	0,14	0,13	0,16	0,15	0,13	0,16	0,15	1,45	0,15	100%	0,15
C	0,75	0,73	0,77	0,76	0,78	0,76	0,77	0,73	0,75	0,77	3,04	0,30	100%	0,30
											Tiempo básico			0,56
											T.A.M. (A+B+C)			0,56

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.40. Cálculo del tiempo estándar de la operación de sacado de hormas

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	
OPERACIÓN	SACADO DE HORMA
ESTUDIO	12
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	% T(min)
HOMBRE	
CONSTANTES	
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
VARIABLES	
Por trabajar de pie	2
Ruido	2
Monotonía	1
Tedio	0
TOTAL	14
TB	0,56
TM	0,00
TAM	0,56
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,08
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	0,64

Elaborado por: Néstor De La Cruz

TERMINADO

Cuadro 4.41. Descripción de actividades de la operación de terminado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
PRODUCTO:	Calzado	ESTUDIO #: 13
MATERIAL:	Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma	
OPERACIÓN:	Acabado y almacenaje	
MÁQUINA:	A mano	
A	Sacar pegas	
B	Quemar hilos	
C	Desarrugar el cuero	
D	Emplantillar zapatos	
E	Abrillantar el zapato	
F	Colocar etiquetas	
G	Revisar el zapato	
H	Colocar en cajas	
I	Comprobar que este completa la O/P	
J	Entregar a bodega de producto terminado	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.42. Estudio de tiempos de la operación de terminado

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Área de terminado											ESTUDIO: 13			
OPERACIÓN: Acabados											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado											FECHA:			
MATERIAL: Cueran, malla, gamuson, plantilla, horma											OBSERVADO POR:			
											Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,30	0,35	0,32	0,33	0,35	0,31	0,30	0,34	0,33	0,34	3,27	0,33	100%	0,33
B	0,20	0,24	0,22	0,21	0,24	0,23	0,21	0,22	0,23	0,22	2,22	0,22	100%	0,22
C	0,11	0,14	0,10	0,11	0,13	0,11	0,14	0,11	0,11	0,10	1,16	0,12	100%	0,12
D	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	2,04	0,20	100%	0,20
E	0,25	0,25	0,27	0,26	0,24	0,23	0,25	0,27	0,26	0,25	2,53	0,25	100%	0,25
F	0,15	0,17	0,15	0,13	0,14	0,13	0,16	0,14	0,15	0,14	1,46	0,15	100%	0,15
G	0,1	0,13	0,11	0,13	0,11	0,15	0,13	0,12	0,1	0,15	1,23	0,12	100%	0,12
H	0,25	0,28	0,24	0,26	0,23	0,22	0,25	0,23	0,22	0,23	2,41	0,24	100%	0,24
I	0,35	0,37	0,34	0,33	0,35	0,36	0,35	0,34	0,33	0,36	3,48	0,35	100%	0,35
J	0,53	0,54	0,50	0,51	0,56	0,54	0,55	0,52	0,54	0,57	5,36	0,54	100%	0,54
											Tiempo básico			2,52
											T.A.M. (A+B+C+D+E+F+G+H+I+J)			2,52

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.43. Cálculo del tiempo estándar de la operación de terminado

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR		
OPERACIÓN	TERMINADO	
ESTUDIO	13	
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	%	T(min)
HOMBRE		
CONSTANTES		
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
VARIABLES		
Por trabajar de pie		2
Concentración intensa		2
Tensión mental		1
Monotonía		1
Tedio		2
TOTAL		17
TB	2,52	
TM	0,00	
TAM	2,52	
SUPLEMENTO POR DESCANSO	0,43	
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	2,95	

Elaborado por: Néstor De La Cruz

PREPARADO DE PLANTAS

Cuadro 4.44. Descripción de actividades de la operación de preparado de plantas

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado	ESTUDIO #: 14
MATERIAL: Suelas	
OPERACIÓN: Aplicar activador	
MÁQUINA: A mano	
A	Pulir suelas
B	Alogenizar
C	Absorción de alogenizante
D	Segmentar pega en planta
E	Secado de pega
F	Enviar al siguiente proceso

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.45. Estudio de tiempos de la operación de preparado de plantas

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Preparado de plantas											ESTUDIO: 14			
											HOJA #: 01			
OPERACIÓN: Aplicar activador en suela											TERMINO:			
											COMIENZO:			
											TIEMPO TRANSC:			
PRODUCTO: Calzado											FECHA:			
MATERIAL: Suela											OBSERVADO POR:			
											Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,20	0,17	0,18	0,16	0,15	0,18	0,20	0,19	0,18	0,16	1,77	0,18	100%	0,18
B	0,13	0,15	0,12	0,11	0,14	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13	1,30	0,13	100%	0,13
C	35,10	35,00	35,50	36,00	35,56						177,16	35,43	100%	35,43
D	0,60	0,58	0,55	0,54	0,56	0,53	0,55	0,57	0,55	0,54	5,57	0,56	100%	0,56
E	10,50	10,45	10,05	10,00	9,95	9,90	10,00	10,43	10,10	10,00	101,38	10,14	100%	10,14
F	2,65	2,74	2,73	2,69	2,68	2,70	2,68	2,75	2,68	2,66	26,96	2,7	100%	2,70
											Tiempo básico			49,14
											T.A.M. (A+B+C+D+E+F)			49,14

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

El operario cada 10 ciclos toma 0,20 min en llevar pega hacia su puesto de trabajo.

$$0,56-0,20=0,36 \text{ min}$$

$$0,36/10= 0,036 \text{ min}$$

Añadiendo a todos los elementos obtenemos el cuadro:

Cuadro 4.46. Nuevo estudio de tiempos de la operación de preparado de plantas

ESTUDIO DE TIEMPOS (min)														
DEPARTAMENTO: Preparado de plantas											ESTUDIO: 14			
OPERACIÓN: Aplicar activador en suela											HOJA #: 01			
											TERMINO:			
PRODUCTO: Calzado											FECHA:			
MATERIAL: Suela											OBSERVADO POR: Néstor De La Cruz			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLO (min)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	0,20	0,17	0,18	0,16	0,15	0,18	0,20	0,19	0,18	0,16	1,77	0,22	100%	0,22
B	0,13	0,15	0,12	0,11	0,14	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13	1,30	0,17	100%	0,17
C	35,10	35,00	35,50	36,00	35,56						177,16	35,47	100%	35,47
D	0,60	0,58	0,55	0,54	0,56	0,53	0,55	0,57	0,55	0,54	5,57	0,60	100%	0,60
E	10,50	10,45	10,05	10,00	9,95	9,90	10,00	10,43	10,10	10,00	101,38	10,18	100%	10,18
F	2,65	2,74	2,73	2,69	2,68	2,70	2,68	2,75	2,68	2,66	26,96	2,74	100%	2,74
											Tiempo básico			49,38
											T.A.M. (A+B+C+D+E+F)			49,38

Nota: V= Valoración TB= Tiempo básico T.A.M= Tiempo manual T.M= Tiempo de máquina

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.47. Cálculo del tiempo estándar de la operación de preparado de plantas

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	
OPERACIÓN	PREPARADO DE PLANTA
ESTUDIO	03
SUPLEMENTOS POR DESCANSO	% T(min)
HOMBRE	
CONSTANTES	
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
VARIABLES	
Por trabajar de pie	2
Concentración intensa	2
Tensión mental	1
Monotonía	0
TOTAL	14
TB	49,38
TM	0,00
TAM	49,38
SUPLEMENTO POR DESCANSO	6,91
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR	56,29

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Cuadro 4.48. Resumen General del Estudio de Tiempos de la elaboración de Calzado en la empresa PIONER

OPERACIONES	TIEMPO BÁSICO (TB)	TIEMPO MANUAL (TAM)	TIEMPO DE MÁQUINA (TM)	SUPLEMENTOS	TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR (en minutos)
Corte	10,99	10,99	0,00	1,76	12,75
Destallado	1,57	0,85	0,72	0,11	1,68
Aparado	51,28	35,01	16,27	5,25	56,53
Rev. De cortes	2,27	2,27	0,00	0,27	2,54
Empastado	2,91	2,91	0,00	0,35	3,26
Emplantillado	4,47	4,47	0,00	0,54	5,01
Armado de puntas	4,30	0,73	3,57	0,09	3,39
Armado de lados	3,34	0,78	2,56	0,12	3,46
Cardado	1,23	1,23	0,00	0,20	1,43
Aplicación de pega	9,41	9,41	0,00	1,32	10,73
Prensado	2,04	1,77	0,27	0,25	2,29
Sacado de horma	0,56	0,56	0,00	0,08	0,64
Terminado	2,52	2,52	0,00	0,43	2,95
					106,66

Elaborado por: Néstor De La Cruz

4.4 Cálculo del costo de mover el material

Una vez realizado estos cálculos del tiempo estándar procedemos a determinar el costo de mover el material en proceso en base a quien realiza este transporte; para este caso particular es el operario, por lo que se tomará en cuenta los sueldos que perciben cada uno de los trabajadores.

También debemos tomar en cuenta todos los beneficios de ley que deben percibir los trabajadores, como son:

Salario básico (S.B.).- Es el valor mínimo que un trabajador puede recibir a fin de mes. Para el 2014 en el Ecuador se incrementó de \$ 318 a \$ 340.

Décimo tercer sueldo (XIII).- Es un beneficio que reciben los trabajadores de dependencia y corresponde a una remuneración equivalente a la doceava parte de las remuneraciones que hubieren percibido durante el año calendario.

Décimo cuarto sueldo (XIV).- Es un beneficio equivalente al salario básico y lo deben percibir todos los trabajadores bajo relación de dependencia, indistintamente de su cargo o remuneración.

Fondos de reserva.- Es un beneficio que tienen los trabajadores con relación de dependencia, le corresponde recibir al año la mitad de la remuneración que hubiera percibido durante el año calendario que el empleador debe aportar al IESS.

Vacaciones.- Consiste en dividir la remuneración recibida durante el año de servicio para veinte y cuatro, los trabajadores tienen derecho a este beneficio cuando han completado un año de labores como trabajador bajo relación de dependencia.

Aporte IESS.- Es un derecho que tienen los trabajadores de dependencia por parte de su empleador, que es el 12,15% del salario que percibe.

El tiempo a utilizar para el cálculo del costo de mover el material será el que emplea el operario en transportar el material al siguiente proceso, datos que se tomó de los anexos 4 al 17.

El dato de los sueldos que perciben los operarios es proporcionado por la empresa, ya que es necesario en vista de que el transporte de proceso a proceso se lo realiza manualmente en su totalidad, por lo que en el costo del transporte se considerará el sueldo del trabajador dependiendo de quién lo realice.

A continuación se hará el cálculo del costo de mover un par de zapatos de una operación hacia la otra.

- **SOLICITAR MATERIA PRIMA**

Tabla 4.2. Sueldo del operario de corte

Sueldo mensual del operario de corte	
Salario	\$ 340,00
XIII	\$ 28,33
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 14,17
Vacaciones	\$ 14,17
Aporte IESS	\$ 41,31
Total	\$ 466,31

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo en solicitar materia prima

$$Tiempo_{par} = 1,51 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,0252 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{466,31 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,0252 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,04896 \text{ dólares}$$

- **CORTE**

Tabla 4.3. Sueldo del operario de corte

Sueldo mensual del operario de corte	
Salario	\$ 340,00
XIII	\$ 28,33
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 14,17
Vacaciones	\$ 14,17
Aporte IESS	\$ 41,31
Total	\$ 466,31

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,42 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,007 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{466,31 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,007 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,01360 \text{ dólares}$$

- **DESTALLADO**

Tabla 4.4. Sueldo del operario de destallado

Sueldo mensual del operario de destallado	
Salario	\$ 340,00
XIII	\$ 28,33
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 14,17
Vacaciones	\$ 14,17
Aporte IESS	\$ 41,31
Total	\$ 466,31

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,39 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,0065 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{466,31 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,0065 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,01263 \text{ dólares}$$

- **APARADO**

Tabla 4.5. Sueldo del operario de aparado

Sueldo mensual del operario de aparado	
Salario	\$ 380,00
XIII	\$ 31,67
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 15,83
Vacaciones	\$ 15,83
Aporte IESS	\$ 46,17
Total	\$ 517,84

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,62 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,0103 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{517,84 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 2,1577 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 2,1577 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,0103 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,02222 \text{ dólares}$$

- **REVISION DE CORTES**

Tabla 4.6. Sueldo del operario de revisión de corte

Sueldo mensual del operario de revisión de corte	
Salario	\$ 340,00
XIII	\$ 28,33
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 14,17
Vacaciones	\$ 14,17
Aporte IESS	\$ 41,31
Total	\$ 466,31

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 1,36 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,0227 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = \frac{466,31 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,0227 \text{ horas}$$

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 0,04411 \text{ dólares}$$

- **EMPASTADO**

Tabla 4.7. Sueldo del operario de empastado

Sueldo mensual del operario de empastado	
Salario	\$ 340,00
XIII	\$ 28,33
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 14,17
Vacaciones	\$ 14,17
Aporte IESS	\$ 41,31
Total	\$ 466,31

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$\text{Tiempo}_{\text{par}} = 1,19 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Tiempo}_{\text{par}} = 0,01983 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = \frac{466,31 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,01983 \text{ horas}$$

$Costo_{par} = 0,03853 \text{ dólares}$

- **EMPLANTILLADO**

Tabla 4.8. Sueldo del operario de emplantillado

Sueldo mensual del operario de emplantillado	
Salario	\$ 340,00
XIII	\$ 28,33
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 14,17
Vacaciones	\$ 14,17
Aporte IESS	\$ 41,31
Total	\$ 466,31

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,73 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,01217 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{466,31 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,01217 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,02365 \text{ dólares}$$

- **ARMADO DE PUNTAS**

Tabla 4.9. Sueldo del operario de armado de puntas

Sueldo mensual del operario de armado de puntas	
Salario	\$ 425,00
XIII	\$ 35,42
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 17,71
Vacaciones	\$ 17,71
Aporte IESS	\$ 51,64
Total	\$ 575,80

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,60 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,01 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{575,80 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 2,3992 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 2,3992 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,01 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,02399 \text{ dólares}$$

- **ARMADO DE TALONES**

Tabla 4.10. Sueldo del operario de armado de talones

Sueldo mensual del operario de armado de talones	
Salario	\$ 370,00
XIII	\$ 30,83
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 15,42
Vacaciones	\$ 15,42
Aporte IESS	\$ 44,96
Total	\$ 504,96

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,33 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,0055 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{504,96 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 2,104 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 2,104 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,0055 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,01157 \text{ dólares}$$

- **CARDADO**

Tabla 4.11. Sueldo del operario de cardado

Sueldo mensual del operario de cardado	
Salario	\$ 360,00
XIII	\$ 30,00
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 15,00
Vacaciones	\$ 15,00
Aporte IESS	\$ 43,74
Total	\$ 492,07

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,45 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,0075 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = \frac{492,07 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = 2,0503 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 2,0503 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,0075 \text{ horas}$$

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 0,01538 \text{ dólares}$$

- **APLICACIÓN DE PEGA**

Tabla 4.12. Sueldo del operario de aplicación de pega

Sueldo mensual del operario de aplicación de pega	
Salario	\$ 360,00
XIII	\$ 30,00
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 15,00
Vacaciones	\$ 15,00
Aporte IESS	\$ 43,74
Total	\$ 492,07

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$\text{Tiempo}_{\text{par}} = 0,61 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Tiempo}_{\text{par}} = 0,01017 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = \frac{492,07 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = 2,0503 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 2,0503 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,01017 \text{ horas}$$

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 0,02085 \text{ dólares}$$

- **PRENSADO**

Tabla 4.13. Sueldo del operario de prensado

Sueldo mensual del operario de prensado	
Salario	\$ 380,00
XIII	\$ 31,67
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 15,83
Vacaciones	\$ 15,83
Aporte IESS	\$ 46,17
Total	\$ 517,84

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,45 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,0075 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{517,84 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 2,1577 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 2,1577 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,0075 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,01618 \text{ dólares}$$

- **SACADO DE HORMA**

Tabla 4.14. Sueldo del operario de sacado de horma

Sueldo mensual del operario de sacado de horma	
Salario	\$ 340,00
XIII	\$ 28,33
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 14,17
Vacaciones	\$ 14,17
Aporte IESS	\$ 41,31
Total	\$ 466,31

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,30 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,005 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{466,31 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,005 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,00971 \text{ dólares}$$

- **TERMINADO**

Tabla 4.15. Sueldo del operario de terminado

Sueldo mensual del operario de terminado	
Salario	\$ 360,00
XIII	\$ 30,00
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 15,00
Vacaciones	\$ 15,00
Aporte IESS	\$ 43,74
Total	\$ 492,07

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 0,54 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,009 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$Costo_{hora} = \frac{492,07 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$Costo_{hora} = 2,0503 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$Costo_{par} = 2,0503 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,009 \text{ horas}$$

$$Costo_{par} = 0,01845 \text{ dólares}$$

- **PREPARADO DE PLANTAS**

Tabla 4.16. Sueldo del operario de preparado de planta

Sueldo mensual del operario de preparado de planta	
Salario	\$ 340,00
XIII	\$ 28,33
XIV	\$ 28,33
Fondos de reserva	\$ 14,17
Vacaciones	\$ 14,17
Aporte IESS	\$ 41,31
Total	\$ 466,31

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Tiempo de trasladar un par

$$Tiempo_{par} = 2,74 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Tiempo_{par} = 0,04567 \text{ horas}$$

Costo por hora del operario

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = \frac{466,31 \text{ dolares}}{240 \text{ horas}}$$

$$\text{Costo}_{\text{hora}} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}}$$

Costo de trasladar un par

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 1,9430 \frac{\text{dolares}}{\text{hora}} * 0,04567 \text{ horas}$$

$$\text{Costo}_{\text{par}} = 0,08873 \text{ dólares}$$

Los datos obtenidos anteriormente se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4.17. Resumen de costo de transporte desde su origen

Origen del transporte	Costo Par (\$)
Bodega	0,04896
Corte	0,01360
Destallado	0,01263
Aparado	0,02222
Revisión de cortes	0,04411
Empastado	0,03853
Emplantillado	0,02365
Armado de puntas	0,02399
Armado de talones	0,01157
Cardado	0,01538
Aplicación de pega	0,02085

Prensado	0,01618
Sacado de horma	0,00971
Terminado	0,01845
Preparado de planta	0,08873

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Para determinar las coordenadas en las que están ubicadas las distintas máquinas, mesas e inmuebles de los procesos, se realizó una malla sobre el plano actual de la planta de producción, para identificar las coordenadas de ubicación de cada uno de estos elementos como se observa en el anexo 18. Y con esto se completó la información necesaria para ingresar en el programa WinQSB.

Para determinar los transportes realizados en el desarrollo del proceso de elaboración del calzado, se realiza la siguiente tabla:


Tabla 4.18. Costo de mover un par

Desde	Hasta	
B M P (A)	B M P	-
Corte (B)	Corte	0,04896
Destallado (C)	Destallad	0,01360
Aparado (D)	Aparado	0,01263
Rev. Corte (E)	Rev. Corte	0,02222
Empastado (F)	Empastado	0,04411
Emplantillado (G)	Emplantillado	0,03853
Armado de puntas (H)	Armado de puntas	0,02365
Armado de talones (I)	Armado de talones	0,02399
	Cardado	0,01157
	Aplicación de pega	
	Prensado	
	Sacado de horma	
	Terminado	
	B P T	
	Preparado de plantas	
	Oficinas	
	Baño	

Cardado (J)	0,01538	
Aplicación de pega (K)	0,02085	
Prensado (L)	0,01618	
Sacado de horma (M)	0,00971	
Terminado (N)	0,01845	
B P T (O)		
Preparado de planta (P)	0,08873	
Oficinas (Q)		
Baño (R)		

Elaborado por: Néstor De La Cruz

4.2.7 Ingreso de datos en el programa WinQSB

- En el menú inicio nos dirigimos a todos los programas y ubicamos el programa WinQSB, y en las opciones seleccionamos  Facility Location and Layout, la función que nos ayudará a escoger la distribución más adecuada para la empresa.

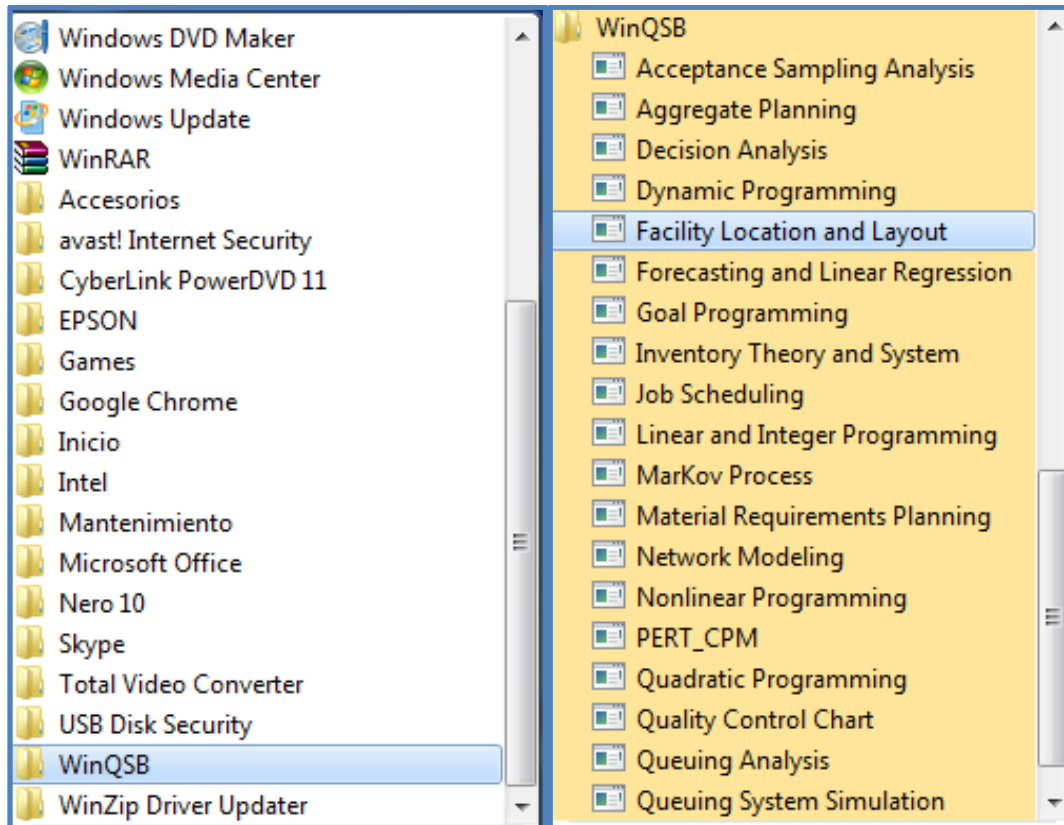



Figura 4.4. WinQSB en el menú inicio

Elaborado por: Néstor De La Cruz

- Posteriormente aparecerá una pantalla inicial que estará vacía. Damos click en el ícono  el cual nos indica el inicio de un nuevo problema.

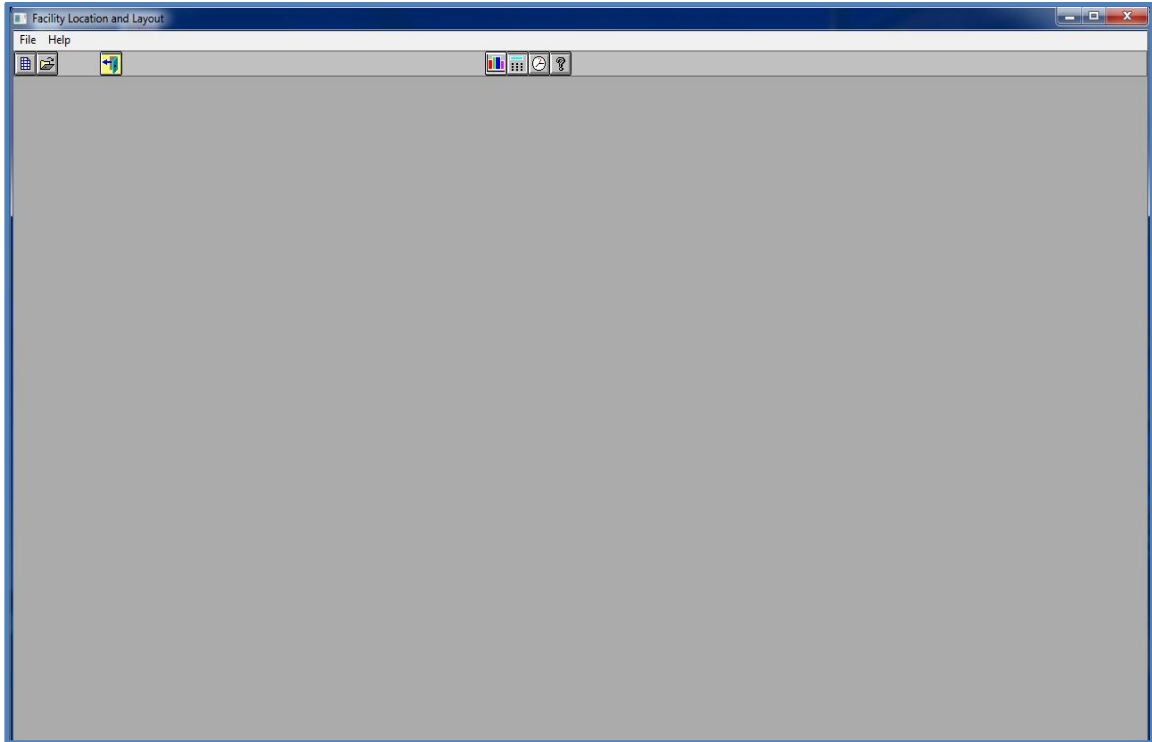


Figura 4.5. Pantalla de inicio

Elaborado por: Néstor De La Cruz

- Luego aparecerá un cuadro de diálogo en el que nos pide seleccionar el tipo de problema, que en nuestro caso seleccionaremos Functional Layout que quiere decir (diseño funcional) ya que esta opción considera que la posición de los departamentos funcionales es en forma relativa. Además agregamos un nombre al problema, el número de departamentos que en nuestro caso son 18, número de filas los cuales son 15 y también el número de columnas que son 25 correspondientes al área del layout, los cuales se justifica en el anexo 18.

Problem Specification

Problem Type

- Facility Location
- Functional Layout
- Line Balancing

Objective Criterion

- Minimization
- Maximization

Problem Title: Distribucion de Planta Pionero

Number of Functional Departments: 18

Number of Rows in Layout Area: 15

Number of Columns in Layout Area: 25

OK Cancel Help

Figura 4.6. Ingreso de datos en el software

Elaborado por: Néstor De La Cruz


- Finalmente aparece una pantalla parecida a la de Excel, donde deberemos ingresar el flujo que se transporta entre departamentos así como el costo de mover la unidad para lo cual utilizamos la tabla 4.17. En la columna final se ingresa las coordenadas donde se encuentran cada uno de los departamentos.

Department Number	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost
1	A	Yes		1/0.04896							
2	B	No			1/0.01360						
3	C	No				1/0.01263					
4	D	No					1/0.02222				
5	E	No						1/0.04411			
6	F	No							1/0.03853		
7	G	No								1/0.02365	
8	H	No									1/0.02399
9	I	No									
10	J	No									
11	K	No									
12	L	No									
13	M	No									
14	N	No									
15	O	Yes									
16	P	No									
17	Q	Yes									
18	R	Yes									

To Dep. 10 Flow/Unit Cost	To Dep. 11 Flow/Unit Cost	To Dep. 12 Flow/Unit Cost	To Dep. 13 Flow/Unit Cost	To Dep. 14 Flow/Unit Cost	To Dep. 15 Flow/Unit Cost	To Dep. 16 Flow/Unit Cost	To Dep. 17 Flow/Unit Cost	To Dep. 18 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., {3,5}, {1,1}-{2,4}]
									{13,3}-{14,10}
									{8,12}-{10,13}
									{8,4}-{11,7}
									{5,3}-{6,10}
									{9,9}-{11,10}
									{11,14}-{11,17},{10,17}
1/0.01157									{14,13}-{15,14}
	1/0.01538								{14,20}-{15,23}
		1/0.02085							{14,25}-{15,25}
			1/0.01618						{11,23}-{11,25}
				1/0.00971					{11,20}-{12,21}
					1/0.01845				{8,21}-{9,23},{9,24}-{9,25}
									{5,16}-{8,18}
									{1,12}-{3,17}
	1/0.08873								{14,16}-{15,17}
									{1,21}-{4,25}
									{6,24}-{6,25}

Figura 4.7. Ingreso de costos, flujo y coordenadas

Elaborado por: Néstor De La Cruz

- Ingresados todos los datos en las respectivas celdas procedemos al siguiente paso que es dar solución al problema dando clic en el botón . Aparecerá un cuadro de dialogo donde presenta las opciones de solución así como las de cálculo de distancias.

En nuestro caso utilizaremos la opción Bidireccional por intercambio de tres maneras (Improve by Exchanging 2 then 3 departments), y la distancia Euclidiana para que el programa nos de la solución que mejor optimice los recursos, como: espacio físico y económico.

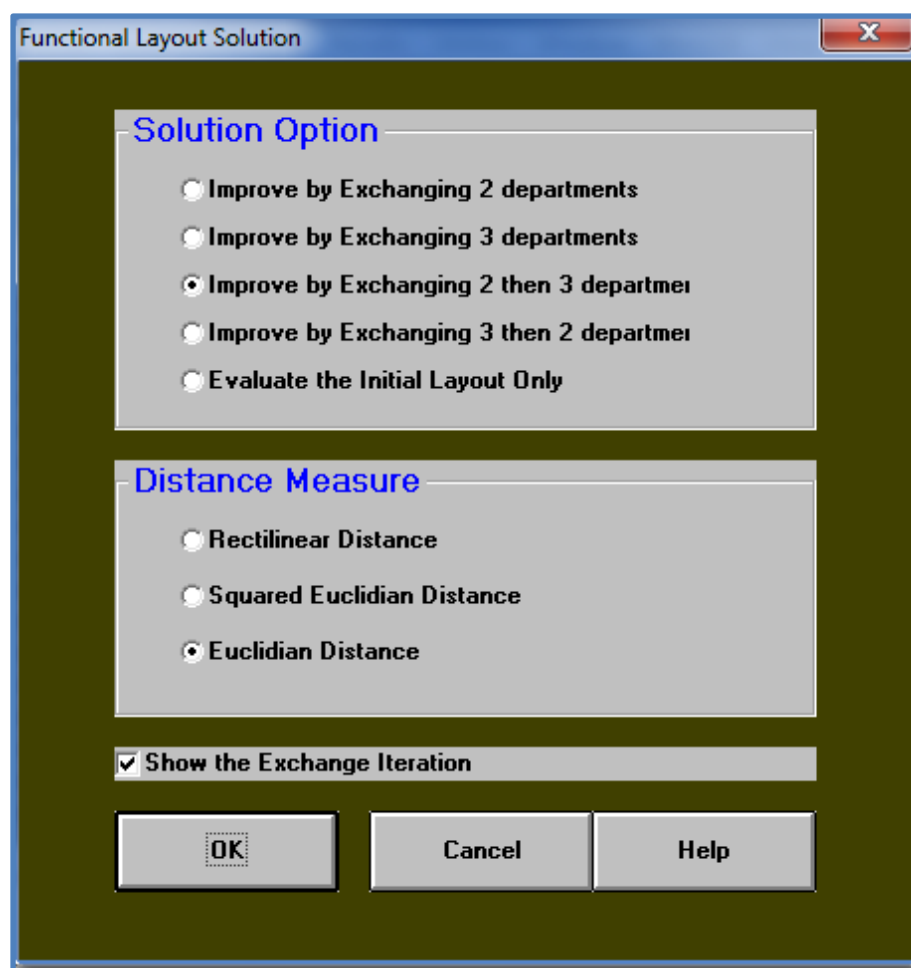


Figura 4.8. Opciones de solución


Elaborado por: Néstor De La Cruz

- Ya escogidas las opciones de solución aparece el layout actual de la empresa, que está representada con la letra asignada a cada proceso como se muestra en la siguiente figura

r \ c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	O	O	O				Q	Q	Q	Q	Q	
2	A										A	O					O				Q				Q	
3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	O	O	O				Q				Q	
4																					Q	Q	Q	Q	Q	
5			E	E	E	E	E	E	E	E						N	N	N								
6			E	E	E	E	E	E	E	E						N		N						R	R	
7																N		N								
8				D	D	D	D					C	C			N	N	N			M	M	M			
9				D			D		F	F		C	C								M	M	M	M	M	
0				D			D		F	F		C	C				G									
1				D	D	D	D		F	F				G	G	G	G				L	L		K	K	K
2																					L	L				
3			B	B	B	B	B	B	B	B																
4			B	B	B	B	B	B	B	B			H	H		P	P				I	I	I	I	J	
5													H	H		P	P				I	I	I	I	J	
Total Cost =2,01 (Euclidian Distance)																										

Figura 4.9. Layout inicial

Elaborado por: Néstor De La Cruz

También se despliega el resto de iteraciones hasta llegar al layout final dando clic sobre el ícono  como se puede observar en las siguientes figuras.

r \ c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	O	O	O				Q	Q	Q	Q	Q	
2	A										A	O					O				Q				Q	
3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	O	O	O				Q				Q	
4																					Q	Q	Q	Q	Q	
5			B	B	B	B	B	B	B	B						N	N	N								
6			B	B	B	B	B	B	B	B						N		N						R	R	
7																N		N								
8				D	D	D	D					C	C			N	N	N			M	M	M			
9				D			D		F	F		C	C								M	M	M	M	M	
0				D			D		F	F		C	C				G									
1				D	D	D	D		F	F				G	G	G	G				L	L		K	K	K
2																					L	L				
3			E	E	E	E	E	E	E	E																
4			E	E	E	E	E	E	E	E			H	H		P	P				I	I	I	I	J	
5													H	H		P	P				I	I	I	I	J	
Total Cost =1,57 Switch Departments: B E (Euclidian Distance)																										

Figura 4.10. Iteración 1

Elaborado por: Néstor De La Cruz

r \ c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	O	O	O				Q	Q	Q	Q	Q	
2	A										A	O					O				Q				Q	
3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	O	O	O				Q				Q	
4																					Q	Q	Q	Q	Q	
5			B	B	B	B	B	B	B	B						N	N	N								
6			B	B	B	B	B	B	B	B						N		N						R	R	
7																N		N								
8				D	D	D	D					C	C			N	N	N			M	M	M			
9				D			D		F	F		C	C								M	M	M	M	M	
0				D			D		F	F		C	C				G									
1				D	D	D	D		F	F				G	G	G	G				L	L		K	K	K
2																					L	L				
3			E	E	E	E	E	E	E	E																
4			E	E	E	E	E	E	E	E			P	P		H	H				I	I	I	I	J	
5													P	P		H	H				I	I	I	I	J	
Total Cost = 1,49 Switch Departments: H P (Euclidian Distance)																										

Figura 4.11. Iteración 2

Elaborado por: Néstor De La Cruz

r ^c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	O	O	O				Q	Q	Q	Q	Q	
2	A									A	O						O				Q				Q	
3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	O	O	O				Q				Q	
4																					Q	Q	Q	Q	Q	
5			B	B	B	B	B	B	B	B						N	N	N								
6			B	B	B	B	B	B	B	B						N		N						R	R	
7																N		N								
8				D	D	D	D					F	F			N	N	N			M	M	M			
9				D			D		C	C		F	F								M	M	M	M	M	
0				D			D		C	C		F	F				G									
1				D	D	D	D		C	C			G	G	G	G					L	L		K	K	K
2																					L	L				
3			E	E	E	E	E	E	E	E																
4			E	E	E	E	E	E	E	E		P	P			H	H				I	I	I	I	J	
5												P	P			H	H				I	I	I	I	J	
Total Cost =1,46 Switch Departments: C F (Euclidian Distance)																										

Figura 4.12. Iteración 3. Solución final

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Al dar click en la opción “results” de la barra de herramientas, el software presenta un resumen de los movimientos y costos interdepartamentales el cual se observa en la siguiente figura.

08-12-2014 09:46:14	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	A	2	6	1	0,17
2	B	5,50	6,50	1	0,07
3	C	10	9,50	1	0,06
4	D	13,50	6,50	1	0,09
5	E	9,50	5,50	1	0,31
6	F	9	12,50	1	0,14
7	G	10,80	15,80	1	0,09
8	H	14,50	16,50	1	0,13
9	I	14,50	21,50	1	0,04
10	J	14,50	25	1	0,06
11	K	11	24	1	0,07
12	L	11,50	20,50	1	0,06
13	M	8,63	22,63	1	0,07
14	N	6,50	17	1	0,09
15	O	2	14,50	0	0
16	P	14,50	13,50	1	0
17	Q	2,50	23	0	0
18	R	6	24,50	0	0
	Total			15	1,46
	Distance	Measure:	Euclidian		

Figura 4.13. Resultados del layout final

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Con estos nuevos datos obtenidos mediante la ejecución del software, tanto en costos como distancias se procede a dibujar los nuevos planos de la planta de producción y diagramas de recorrido como se indica en la figura 4.12 y el anexo 19.

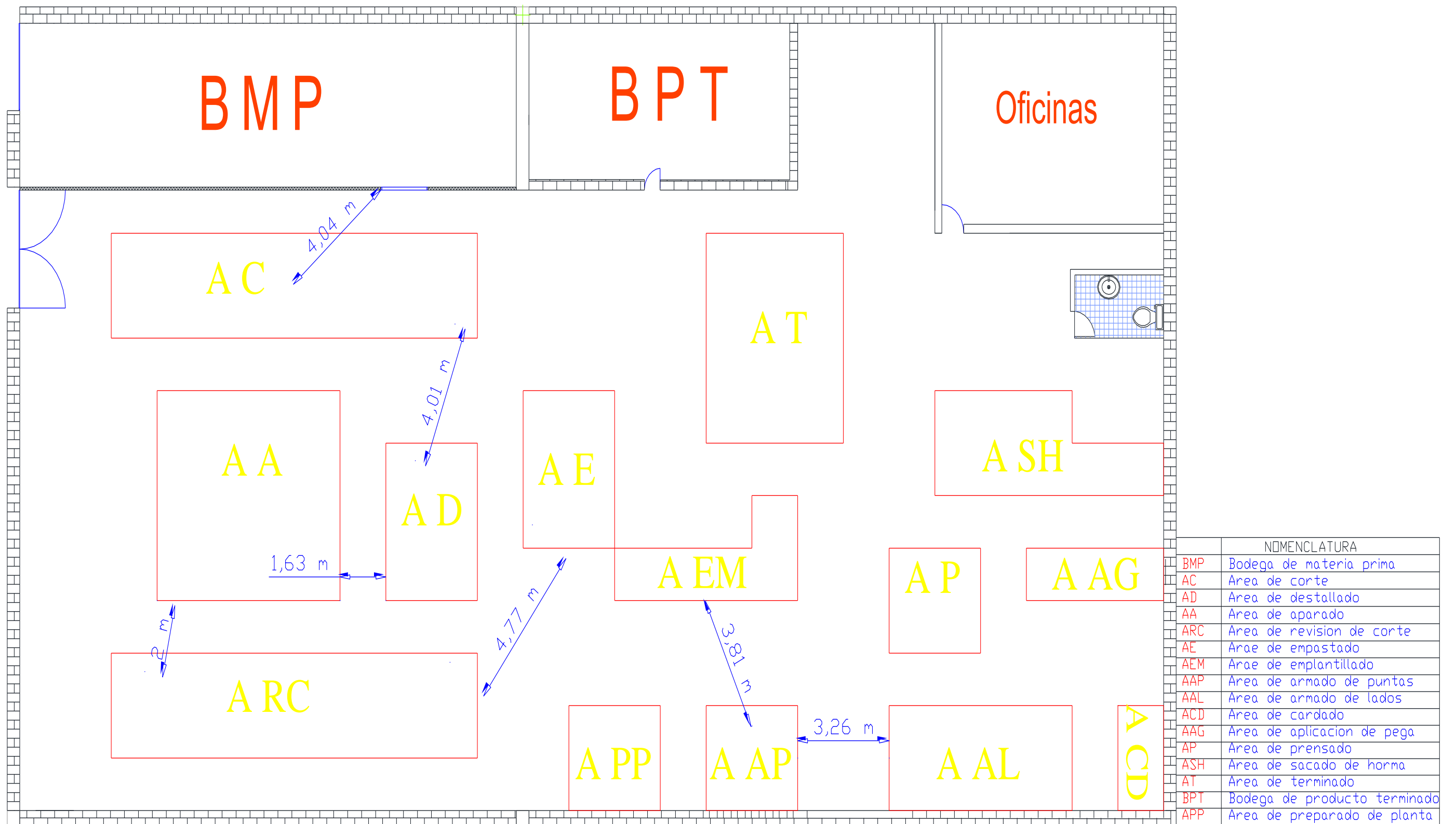


Figura 4.15. Distancias del recorrido del material propuesto

Elaborado por: Néstor De La Cruz

Se reubica las mesas de trabajo y demás inmuebles de cada proceso, ocupando el espacio sugerido por el programa, a fin de que el operario evite movimientos de giro brusco, como solía ocurrir en varios de los procesos de producción.

También disminuye las distancias entre los procesos que tienen relación directa; como por ejemplo el área de cortado se encontraba muy distante de la bodega de materia prima, lo cambió de lugar con el área de revisión de corte, ubicándolos más cerca de la bodega.

Se evitó mover la Bodega de Materias Primas en vista de que moverlo ocasionaría un costo muy alto en mano de obra, infraestructura y el transporte al nuevo lugar.

Se logró mejorar el diagrama de recorrido ya que se reordenó algunos procesos que estaban alterando el orden de la producción, como el de armado de puntas. El proceso de preparado de plantas si bien no tiene incidencia directa en lo que es el trabajo sobre cuero, por lo que se le podría haber ubicado en el mismo lugar, pero en vista de que estaba cerca al proceso de cardado donde emana pelusa al pulir el cuero que podría afectar a las plantas, impidiendo que se peguen normalmente al corte en la horma. Y es debido a esto que se lo cambio de lugar.

De este modo logramos llegar a la distribución propuesta, con los datos necesarios para poder tener un criterio técnico y sustentado de la nueva distribución de la empresa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La distribución actual de planta en la empresa PIONERO no es la apropiada ya que no permite un flujo continuo de los procesos, debido a que las áreas de trabajo están ubicadas en desorden y tienen puesto el enfoque en producir sin ningún orden.
- Para que el producto terminado llegue desde la bodega de materia prima hasta la bodega de producto terminado se demora 106,66 min, pero también el trasladar el producto en proceso de una estación a otra toma 7,99 min que es el 7,49% del tiempo total de elaboración, tiempo que un operario tiene que dejar su puesto de trabajo para realizar esta actividad.
- Con la distribución actual de la empresa el costo de fabricación de un par de zapatos es de \$ 2,01, mientras que al realizar los estudios y hacer las mejoras en la distribución se logra un costo de \$ 1,46 teniendo con lo propuesto un ahorro de \$ 0,55. La diferencia no parece considerable, pero debemos tener en cuenta que la empresa tiene una producción diaria de 150 pares promedio, con lo que se estima que se tendrá un ahorro de \$82,50 diarios.
- El software WINQSB empleado para resolver este problema nos brinda los datos necesarios en cuanto a menores costos de operación y distancias entre procesos, logrando cumplir con las metas de este proyecto con respecto a la optimización.

5.2 Recomendaciones

- Es recomendable implementar la nueva distribución, porque se busca el mejoramiento de los procesos de elaboración de calzado ya que se ubican las estaciones de trabajo en un orden que permita un flujo continuo de producción.
- Se recomienda hacer constantemente estos análisis de distribución de planta, recolectando la mayor cantidad de datos posible que nos permita un diagnóstico y un análisis más completo, ya que, siendo la industria del calzado objeto de cambios por tendencias de moda y demás, se adhieren nuevos procesos o maquinarias que necesitan ser incluidos en la distribución de manera inmediata para que no lleguen a afectar al flujo de producción.
- Se sugiere comprar la licencia del software WINQ SB ya que no solo puede dar solución a problemas de distribución de instalaciones sino también otros tipos de deficiencias que puede tener una industria.

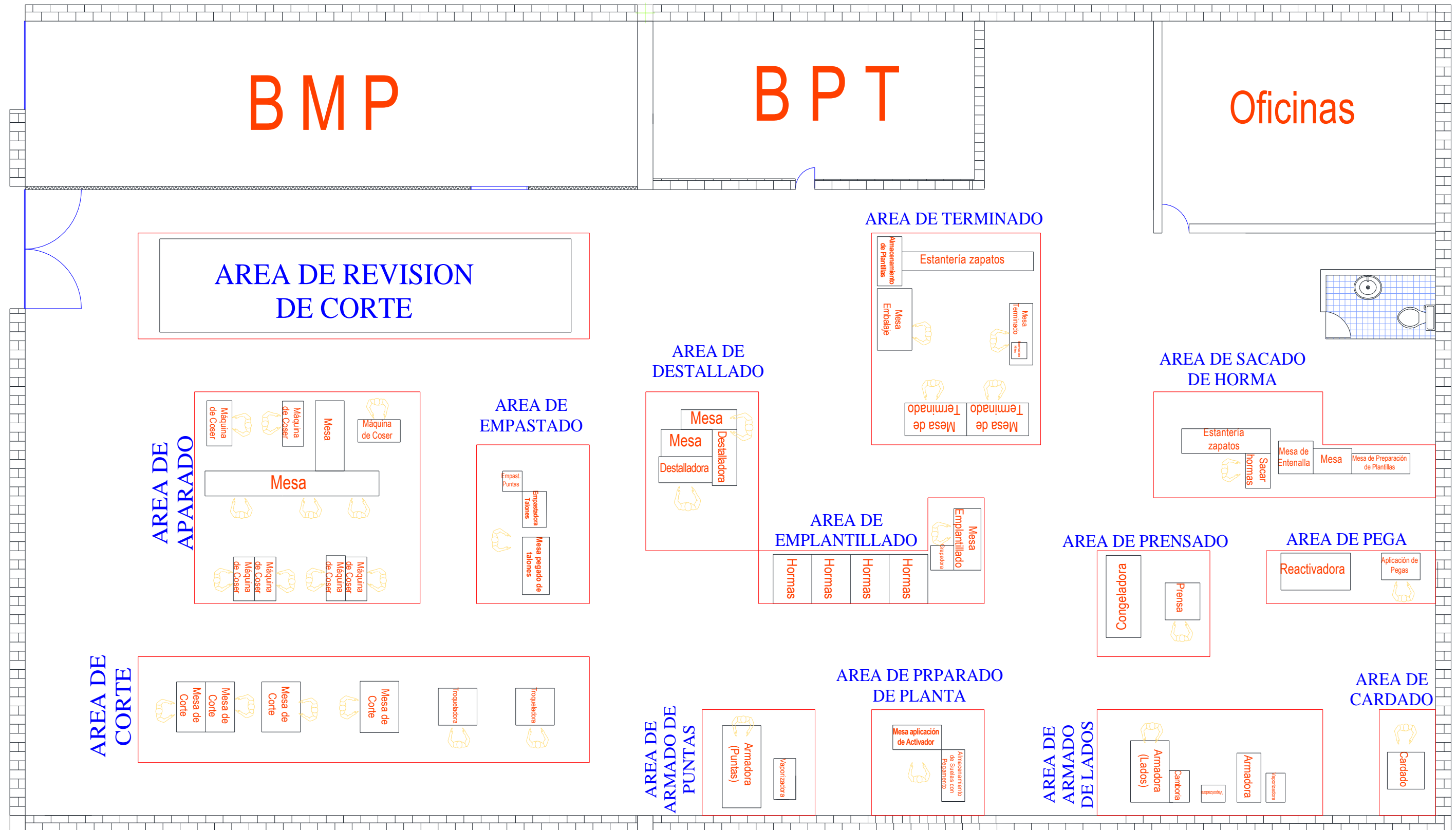
Bibliografía

- [1] *Industria de calzado en Ecuador reactiva economía nacional* [online]. 2011. Disponible en:
http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=173609&umt=industria_calzado_en_ecuador_reactiva_economia_nacional.
- [2] J.P. Reyes, “Diseño para la distribución de nuevas instalaciones de la empresa INSTRUEQUIPOS CIA. LTDA. En el Parque Industrial Ambato”, tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2007.
- [3] J.C. Pantoja, “Distribución de planta en la empresa INCALSID para la optimización de la producción de calzado”, tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2011.
- [4] N. Maya, “Rediseño de planta de la empresa Osaka motorcycleparts Ltda”, tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2008.
- [5] *Ingeniería Industrial* [online]. Disponible en:
http://ingindstg.com/website/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=31
- [6] M.R. Jesús, “Campo de trabajo”, in *Campo de aplicación de la ingeniería industrial* [online]. 2010. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/39671785/Campo-de-Aplicacion-de-La-Ingenieria-Industrial>
- [7] S. Kalpakjian, S.R. Schmid, “Sistema de manufactura”, in *Manufactura, Ingeniería y tecnología*. R. Kernan. México, 2002, pp.1
- [8] Luxio, *Definiciones de distribución de planta* [online]. 2011. Disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/51420648/Definiciones-de-distribucion-de-planta>
- [9] B. R. Fredy, “Características de una adecuada Distribución de Planta”, in *Distribuciones de planta (layout)* [online]. Bogota: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en:
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/taxonomia/layout.htm>

- [10] Distribución en planta, cálculo y ubicación de máquinas [online]. Disponible en: http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&ved=0CFEQFjAI&url=http%3A%2F%2Fplantasunefm.bligoo.es%2Fmedia%2Fusers%2F9%2F468073%2Ffiles%2F37680%2Ftema_No_3.doc&ei=nfFmUsu_NYi88wTi8AE&usg=AFQjCNEwc_FL7kHvnN506vzd3C3mtivOFg&sig2=598A-g3Z207xHpbXmYoCLw&bvm=bv.55123115,d.dmg
- [11] “Tipos clásicos de distribución de planta”, in *Distribución en planta* [online]. pp. 20-22. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/239/3/Capitulo%202.pdf>
- [12] “Definiciones y alcances de la ingeniería y administración de la productividad”, in *Ingeniería y administración de la productividad*[online]. Disponible en: <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20ADMINISTRATIVAS%20Y%20ECON%20C3%93MICAS/CARRERA%20DE%20CONTABILIDAD%20Y%20AUDITOR%20C3%8DA/09/ingenieria%20de%20la%20calidad%20y%20productividad/Capitulo2-Ingenieria%20y%20administracion%20de%20la%20productividad.pdf>
- [13] A. F. Carlos Javier, “La producción”, *Producción y Productividad* [online]. España: Universidad de Santiago de Compostela, 2009. Disponible en: <http://www.elergonomista.com/dom01.html>
- [14] C. R. Esperanza, “Concepto de productividad”, *Productividad* [online]. Cuba, 2006. Disponible en: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/productividadconceptos/
- [15] *Proceso de Producción* [online]. 2008. Disponible en: <http://definicion.de/proceso-de-produccion/>
- [16] “Clases de procesos de producción”, *Procesos de Producción*[online]. pp. 7-13. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/985/4/Capitulo_1.pdf
- [17] Manual de uso del Winqsb [online]. Disponible en: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r89851.PDF>

Anexos

Anexo 1. Layout actual de la planta



Anexo 2. Sistema de suplementos

Instituto de Administración Científica de las Empresas		
Curso de “Técnicas de Organización”		
Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales		
1. Suplementos constantes		
	Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplementos base por fatiga	4	4
2. Suplementos variables		
A. Suplementos por trabajar de pie		
	2	4
B. Suplementos por postura anormal		
Ligeramente incomoda	0	1
Incomoda (Inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)		
Peso levantado por kilogramo		
2.5	0	1
5	1	2
7.5	2	3
10	3	4
12.5	4	6
15	5	8
17.5	7	10

20	9	13
22.5	11	16
25	13	20 (max)
30	17	
33.5	22	
D. Mala iluminación		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad).		
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de suplemento kata (milicalorias/cm ² /seg)		
16		0
14		0
12		0
10		3
8		10
6		21
5		31
4		45
3		64
2		100
F. Concentración intensa		
Trabajo de cierta presión	0	0
Trabajo de presión o fatigosos	2	2

Trabajo de gran precisión o muy fatigosos	5	5
G. Ruido		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte		
H. Tensión mental		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejo	8	8
I. Monotonía		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
J. Tedio		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Introducción al Estudio del Trabajo-Segunda edición

Anexo 3. Número de Ciclos a Cronometrarse

Tiempo de ciclos en minutos	Numero recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: Información tomada del Manual de Estudios de tiempos de los trabajos Erie de la General Electric Company, desarrollado bajo la dirección de Albert E. Shaw. Gerente de la Administración de Salarios

Anexo 4. Cursograma Analítico del operario – Proceso de Corte

PIONERO		CURSOGRAMA ANALITICO			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO				
DIAGRAMA N°: 01		HOJA N°: 01		RESUMEN					
Objeto: Obrero cortador				ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP.	ECON.	
				OPERACIÓN		3			
ACTIVIDAD: Recibir material, cortar piezas, forros, inspeccionar.				TRANSPORTE		1			
				ESPERA					
METODO: ACTUAL/ PROPUESTO				INSPECCION		2			
				ALMACENAMIENTO					
LUGAR: Area de corte				DISTANCIA (metros)					
				TIEMPO (minutos)		10,99			
OPERARIO (S):				COSTO POR PAR					
				MANO DE OBRA					
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				TOTAL					
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez									
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	□	▽		
Solicitar materiales en bodega		14,79	1,51	●					
Revisar los materiales			0,99					●	
Cortar cueros y forros según O/P			6,01	●					
Codificar cortes y pintar numeros			0,45	●					
Verrificar el control de calidad			1,61					●	
Entregar cortes a destallado		4,12	0,42		●				

Anexo 5. Cursograma Analítico del operario – Proceso de destallado

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO			
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 02				RESUMEN			
Objeto: Obrero destallador				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.	
				ACTIVIDAD: Recibir cortes, destallar, realizar el control de calidad				OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	INSPECCION
METODO: ACTUAL/ PROPUESTO				ALMACENAMIENTO							
LUGAR: Area de destallado				DISTANCIA (metros)							
OPERARIO (S):				TIEMPO (minutos)				1,57			
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				COSTO POR PAR							
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				MANO DE OBRA							
				TOTAL							
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES		
				○	⇒	◻	□	▽			
Destallar las piezas			0,72	●							
Verificar el control de calidad			0,46					●			
Entregar al proceso de aparardo		5,18	0,39		●						

Anexo 6. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de Aparado

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO						
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 03				RESUMEN						
Objeto: Obrero aparador				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.				
				OPERACIÓN				○				8		
ACTIVIDAD: Verificar piezas, costurar, armar el zapato				TRANSPORTE				⇒				1		
				ESPERA				□						
				INSPECCION				▽				1		
MÉTODO: ACTUAL/ PROPUESTO				ALMACENAMIENTO				▽						
LUGAR: Area de aparado				DISTANCIA (metros)										
OPERARIO (\$):				TIEMPO (minutos)				51,28						
				COSTO POR PAR										
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				MANO DE OBRA										
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				TOTAL										
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES					
Verificar número de piezas y forros			0,67	○	⇒	□	□	▽						
Formar cuellos			5,61	○	⇒	□	□	▽						
Pegar piezas del zapato			11,6	○	⇒	□	□	▽						
Sacar manchas de pega			2,47	○	⇒	□	□	▽						
Colocar material en la maquina			0,55	○	⇒	□	□	▽						
Ensamblar los cortes			16,3	○	⇒	□	□	▽						
Recortar hilos			4,77	○	⇒	□	□	▽						
Realizar doblados			7,18	○	⇒	□	□	▽						
Comprobar que las ordenes estén			1,59	○	⇒	□	□	▽						
Entregar a revision de cortes	2,93		0,62	○	⇒	□	□	▽						











Anexo 7. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de revisión de corte

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO			
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 04				RESUMEN			
Objeto: Obrero				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.	
				OPERACIÓN				○			
ACTIVIDAD: Recibir cortes, corregir imperfecciones, alogenizar				TRANSPORTE				⇒			
				ESPERA				□			
				INSPECCION				▽			
METODO: ACTUAL/ PROPUESTO				ALMACENAMIENTO				▽			
LUGAR: Area de control				DISTANCIA (metros)							
OPERARIO (S):				TIEMPO (minutos)				2,27			
				COSTO POR PAR							
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				MANO DE OBRA							
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				TOTAL							
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES		
				○	⇒	□	□	▽			
Recibir cortes armados			0,15	●							
Revisar posibles fallas en aparato			0,76	●							
Trasladar ordenes al proceso de empastado		2,84	1,36	●							

Anexo 8. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de empastado

PIONERO		CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO					
DIAGRAMA N°: 01		HOJA N°: 05		RESUMEN					
Objeto: Obrero empastador		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP.	ECON.			
		OPERACIÓN		2					
		TRANSPORTE		1					
ACTIVIDAD: Colocar puntas y talones		ESPERA							
		INSPECCION		1					
Método: ACTUAL/PROPUESTO		ALMACENAMIENTO							
LUGAR: Area de empastado		DISTANCIA (metros)							
OPERARIO (\$):		TIEMPO (minutos)		2,91					
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz		COSTO POR PAR							
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez		MANO DE OBRA							
		TOTAL							
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	□	□	▽	
Revisar cortes			0,31						
Colocar puntas			0,37	●					
Poner pega en los fillos del corte			1,04	●					
Enviar a emplantillado		7,3	1,19						

Anexo 9. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de emplantillado

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO			
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 06				RESUMEN			
Objeto: obrero emplantillador				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.	
				ACTIVIDAD: Revisar hormas, emplantillar y pegar y colocar corte en hormas				OPERACIÓN		3	
METODO: ACTUAL/ PROPUESTO				TRANSPORTE		1					
				ESPERA							
LUGAR: Area de emplantillado				INSPECCION		1					
OPERARIO (\$):				ALMACENAMIENTO							
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				DISTANCIA (metros)							
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				TIEMPO (minutos)		4,47					
TOTAL				COSTO POR PAR							
				MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES		
											
Revisar hormas			0,80								
Emplantillar hormas			1,36								
Poner pega			1,32								
Poner corte en hormas			0,26								
Enviar a armador de puntas		4,64	0,73								

Anexo 10. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de armado de puntas

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO		
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 07				RESUMEN		
Objeto: Armador de puntas				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.
				ACTIVIDAD: Armar puntas				OPERACIÓN		
METODO: ACTUAL/PROPUESTO				TRANSPORTE				1		
				ESPERA						
LUGAR: Armadora de puntas				INSPECCION						
				ALMACENAMIENTO						
OPERARIO (S):				DISTANCIA (metros)						
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				TIEMPO (minutos)				1,29		
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				COSTO POR PAR MANO DE OBRA						
				TOTAL						
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES	
				○	⇒	□	▽			
Armar punta			0,56	●						
Quemar rebabas			0,13	●						
Enviar a armador de talones		5,45	0,6	●						

Anexo 12. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de cardado

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO						
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 09				RESUMEN						
Objeto: Cardador				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.				
				OPERACIÓN								3		
ACTIVIDAD: Cardar cortes en horma				TRANSPORTE								1		
				ESPERA										
				INSPECCION										
Método: ACTUAL/PROPUESTO				ALMACENAMIENTO										
LUGAR: Area de cardado				DISTANCIA (metros)										
OPERARIO (S):				TIEMPO (minutos)				1,23						
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				COSTO POR PAR										
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				MANO DE OBRA										
				TOTAL										
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES					
Sacar las grapas de las hormas			0,13	●										
Rayar para el cardado			0,35	●										
Bajar piso en cardadora			0,3	●										
Cardar para pegado a la planta		2,08	0,45	●										

Anexo 13. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de aplicación de pega

PIONERO		CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO					
DIAGRAMA N°: 01		HOJA N°: 11		RESUMEN					
Objeto: Aplicadores de pega		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP.	ECON.			
		OPERACION		5					
		TRANSPORTE		1					
ACTIVIDAD: Aplicar pega para plantado		ESPERA		1					
		INSPECCION							
METODO: ACTUAL/ PROPUESTO		ALMACENAMIENTO							
LUGAR: Area de pegado		DISTANCIA (metros)							
OPERARIO (\$):		TIEMPO (minutos)		9,41					
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz		COSTO POR PAR							
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez		MANO DE OBRA							
		TOTAL							
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem . min	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	□	□	▽	
Limpiar pelusas de cardado			0,25	●					
Segmentar el corte			0,37	●					
Aplicar alogenantes			0,87	●					
Aplicar cola			1,62	●					
Secado de pega			5,15			●			
Ubicar corte en horma			0,54	●					
Enviar a prensado		1,56	0,61			●			

Anexo 14. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de prensado

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO						
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 12				RESUMEN						
Objeto: Obrero prensador				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.				
				OPERACIÓN				⇒				2		
ACTIVIDAD: Prensado mecanico				TRANSPORTE				1						
				ESPERA				□				1		
				INSPECCION				▽				1		
METODO: ACTUAL/ PROPUESTO				ALMACENAMIENTO										
LUGAR: Area de prensado				DISTANCIA (metros)										
OPERARIO (S):				TIEMPO (minutos)				2,04						
				COSTO POR PAR										
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				MANO DE OBRA										
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				TOTAL										
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES					
				○	⇒	□	▽							
Pegar zuela a corte			1,05	●										
Colocar en prensadora			0,15	●										
Prensado			0,27		●									
Vericar la union correcta			0,12			●								
Hacia el siguiente proceso		1,6	0,45		●									

Anexo 15. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de sacado de hormas

PIONERO		CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO					
DIAGRAMA N°: 01		HOJA N°: 13		RESUMEN					
Objeto: Obrero				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.	ECON.		
ACTIVIDAD: Separar cortes de las hormas				OPERACIÓN	2				
				TRANSPORTE	1				
				ESPERA					
				INSPECCION					
				ALMACENAMIENTO					
METODO: ACTUAL/ PROPUESTO									
LUGAR: Area de sacado de hormas				DISTANCIA (metros)					
OPERARIO (\$):				TIEMPO (minutos)	0,56				
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				COSTO POR PAR MANO DE OBRA					
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				TOTAL					
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	D	□	▽	
Sacar la horma			0,11	●					
Colocar el zapato en la estanteria			0,15	●					
Enviar al proceso de terminado		2,95	0,30	●					

Anexo 16. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de terminado

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO		
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 14				RESUMEN		
Objeto: Terminadores				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.
				OPERACIÓN				7		
				TRANSPORTE				1		
ACTIVIDAD: Terminar el calzado				ESPERA						
				INSPECCION				2		
METODO: ACTUAL/ PROPUESTO				ALMACENAMIENTO						
LUGAR: Area de terminado				DISTANCIA (metros)						
OPERARIO (S):				TIEMPO (minutos)				2,52		
				COSTO POR PAR						
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				MANO DE OBRA						
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				TOTAL						
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES	
				○	⇒	◻	□	▽		
Sacar pegas			0,33	●						
Quemar hilos			0,22	●						
Desarrugar el cuero			0,12	●						
Emplantillar zapatos			0,20	●						
Abrillantar el zapato			0,25	●						
Colocar etiquetas			0,15	●						
Revisar el zapato			0,12					●		
Colocar en cajas			0,24	●						
Comprobar que este completa la O/P			0,35					●		
Entregar a bodega de producto terminado	2,24		0,54					●		

Anexo 17. Cursograma Analítico del Operario - Proceso de preparado de planta

PIONERO				CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO						
DIAGRAMA N°: 01				HOJA N°: 10				RESUMEN						
Objeto: Preparador de plantas				ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP.	ECON.				
				OPERACIÓN				○				3		
ACTIVIDAD: Pulir y alogenizar zuelas				TRANSPORTE				⇒	1					
				ESPERA				□				2		
				INSPECCION				▽						
METODO: ACTUAL/PROPUESTO				ALMACENAMIENTO										
LUGAR: Area de preparado				DISTANCIA (metros)										
OPERARIO (S):				TIEMPO (minutos)				49,38						
				COSTO POR PAR										
ELABORADO POR: Nestor De La Cruz				MANO DE OBRA										
APROBADO POR: Ing. Jessica Lopez				TOTAL										
DESCRIPCION	Cant.	Dist. m	Tiem. min	SIMBOLO					OBSERVACIONES					
				○	⇒	□	▽							
Pulir zuelas			0,22	●										
Alogenizar			0,17	●										
Absorción de alogenizante			35,47			●								
Segmentar pega en planta			0,60	●										
Secado de pega			10,18			●								
Enviar al siguiente proceso		7,3	2,74			●								

Anexo 18. Plano con malla

