



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE
TRABAJO DE UNA EMPRESA ENSAMBLADORA DE
BICICLETAS**

Caso: Distribuidora GRECO, C. A.

Autores:

De Abreu G., Pedro
Hernández B., Juheidy

Valencia, Abril del 2008.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE
TRABAJO DE UNA EMPRESA ENSAMBLADORA DE
BICICLETAS**

Caso: Distribuidora GRECO, C. A.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo
para optar al título de Ingeniero Industrial.

Tutor: Ms.C. M^a Carolina García

Autores:

De Abreu G., Pedro
Hernández B., Juheidy

Valencia, Abril del 2008.



AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por ser el autor de la creación y darme el aire que respiro, por ser mi columna vertebral en mi carrera.

A mi madre Teresa Barazarte, por ser mi formadora de todos los valores necesarios para tener éxito en la vida, por ser la persona incondicional en cada momento de alegría y tribulación.

A mis hermanos Junior, Yujari y Yusbeli y en especial hermana Yujari porque es más que hermana, una gran amiga en los momentos difíciles.

A la ilustre Universidad de Carabobo, por abrirme las puertas y brindarme todo el apoyo para realizar mis sueños de ser una profesional.

A la empresa Distribuidora GRECO C.A. por prestar su colaboración y ayuda en todo momento para la realización de este trabajo, especialmente a Michelle Díaz, Oscar Ballesteros, ; Melanie Ramírez y todo el personal.

A la profesora María C García, por ser nuestra gran amiga, maestra y tutora, quien nos condujo a realizar un buen trabajo.

A todos mis compañeros y amigos, en especial a Gisette Martínez, que estuvieron dando apoyo en todo momento.

A todos ellos Mil GRACIAS.

Juheydy Hernández

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser motivo de inspiración, paz y esperanza en los momentos difíciles, por ayudarme a luchar para poder llegar a donde estoy.

En primera instancia, a la Universidad de Carabobo, por ser la casa de estudio que me brindó la posibilidad de ser un profesional en mi vida. A los profesores, por haber dado a cada uno de nosotros lo mejor de sí, sus conocimientos.

A mis Padres y Hermanos, que siempre tuvieron confianza en mí y que me alentaron a no desistir nunca de mis metas.

A mi Tutor Académico Ms.C. M^º Carolina García, por su orientación, paciencia y colaboración al guiarme e instruirme para la culminación del proyecto.

A los Profesores Emilsy Medina y Manuel Jiménez, por su asesoramiento en los momentos de duda. Sus oportunas enseñanzas y consecuente ayuda en los momentos que lo necesitaba.

A mi compañera y amiga Gisette Martínez, por el apoyo y colaboración brindada en todo momento.

A la empresa *Distribuidora Greco C. A.*, la cual me brindó la oportunidad de poner en práctica mis conocimientos aprendidos, especialmente a Michelle Díaz, Oscar Ballester, ; Melanie Ramírez y todo el personal.

Pedro De Abreu



DEDICATORIA

Primeramente y especialmente a nuestro Dios creador de todas las cosas, porque me salvó, y por ser la razón de mi existir.

A mi madre Teresa Barazarte, por darme toda la educación necesaria para llegar a cumplir con todas mis metas y objetivos, con certeza, voluntad y éxitos, cosechando grandes triunfos. Con sus consejos sabios obtuve la base fundamental para el mejor desenvolvimiento a lo largo de mi carrera.

A mis Hermanos Junior, Yujari y Yusbeli, que siempre me han brindado su apoyo y su cariño en la formación de mi carrera.

A todos mis Amigos, con quienes compartí durante todo este tiempo el deseo de superación. Gracias por su amistad.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron e influyeron en el logro de esta meta.

Juheydy Hernández



DEDICATORIA

Especialmente a Dios y la Virgen María, creadores de lo que soy, sin ellos como guía no tendría sentido mi vida.

A mis Padres Irene y Francisco, pilares fundamentales en el logro de todas mis metas y objetivos, porque sin sus consejos y reprimendas no sería quien soy. Por haberme enseñado que no siempre es fácil y que hay que luchar con amor y perseverancia por lo que se quiere y sobre todo por ser un ejemplo de fortaleza y de dicha constante ante la vida.

A mis Hermanos Carolina, Francisco y Gabriel, que siempre me han brindado su apoyo y su cariño en la formación de mi carrera.

A todos mis Amigos, con quienes compartí durante todo este tiempo el deseo de superación. Gracias por su amistad.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron e influyeron en el logro de esta meta.

Pedro De Abreu



ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIAS.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	
1.1 Ubicación.....	3
1.2 Reseña Histórica.....	4
1.3 Misión de la Empresa.....	4
1.4 Visión de la Empresa.....	4
1.5 Valores de la Empresa.....	4
1.6 Principios de la Empresa.....	5
1.7 Estructura Organizacional.....	5
1.8 Capacidad Instalada.....	7
1.8.1 Capacidad Instalada de Producción.....	7
1.8.2 Capacidad de Recepción de Mercancía.....	7
1.8.3 Capacidad de Almacenamiento.....	8
1.8.4 Mano de Obra.....	8
1.8.5 Equipos.....	9
1.9 Productos.....	9
1.10 Participación en el Mercado.....	16
1.11 Responsabilidad Social Corporativa.....	17
1.11.1 Ciclochamitos.....	17
1.11.2 Escuela de Ciclismo Ciclochamitos.....	18



CAPÍTULO II: EL PROBLEMA

2.1	Planteamiento del Problema.....	19
2.2	Objetivos.....	25
2.2.1	Objetivo General.....	25
2.2.2	Objetivos Específicos.....	25
2.3	Justificación del Estudio.....	26
2.4	Alcance de la Investigación.....	27
2.5	Limitaciones.....	27

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1	Antecedentes de la Investigación.....	28
3.2	Bases Teóricas.....	29
3.2.1	Diagrama de Ishikawa (<i>Causa – Efecto</i>)	29
3.2.2	Estudio de Tiempos.....	31
3.2.3	Distribución en Planta por Producto.....	33
3.2.4	Método REBA.....	34
3.2.5	Balance de Líneas de Ensamble.....	49
3.2.6	Metodología 5S.....	55
3.3	Definición de Términos Básicos.....	58

CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

4.1	Nivel de la Investigación.....	60
4.2	Diseño de la Investigación.....	60
4.3	Fuentes y Técnicas de recolección de datos.....	61
4.3.1	Fuentes Primarias.....	61
4.3.2	Fuentes Secundarias.....	62
4.4	Técnicas de Procesamiento y Análisis de la Información.....	63
4.5	Fases de la Investigación.....	64



CAPÍTULO V: DESCRIPCIÓN y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

5.1 Descripción de la Situación Actual.....	67
5.1.1 Descripción del Producto.....	67
5.1.2 Descripción de los Materiales e Insumos.....	69
5.1.3 Descripción de Equipos y Herramientas.....	82
5.1.4 Descripción del Área de Trabajo.....	90
5.1.5 Descripción General del Proceso.....	98
5.2 Análisis de la Situación Actual.....	106
5.2.1 Diagrama de <i>Ishikawa</i> (causa – efecto).....	106
5.2.2 Análisis de Causas de Desperdicios.....	108
5.2.3 Estudio de Tiempos.....	113
5.2.4 Evaluación Ergonómica de los Puestos de Trabajo.....	146
5.2.5 Análisis de Recorrido.....	161

CAPÍTULO VI: PROPUESTAS DE MEJORAS

6.1 Propuestas de Mejoras.....	163
6.1.1 Aplicación de la Metodología 5S.....	163
6.1.2 Instructivo de Trabajo.....	174
6.1.3 Balance de la Línea de Ensamble 2.	178
6.1.4 Rediseño de la Línea de Ensamble 2.....	186
6.1.5 Creación del Área de Separación y Activación.....	189
6.2 Evaluación económica de las Propuestas de Mejora.....	194

CONCLUSIONES.....203

RECOMENDACIONES.....206

BIBLIOGRAFÍA.....208

APÉNDICES.....210

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°1. Capacidad Instalada de la produccion	7
Tabla N°2. Capacidad de recepcion de mercancia	8
Tabla N°3. Capacidad de almacenamiento	8
Tabla N°4. Requerimiento de Mano de Obra en almacen	9
Tabla N°5. Requerimientos de Equipos.....	9
Tabla N°6. Productos de la empresa Distribuidora Greco C.A.	10
Tabla N°7. Puntación del Tronco	39
Tabla N°8. Puntuacion del Cuello	40
Tabla N°9. Puntuacion de las Piernas	41
Tabla N°10. Puntuacion del grupo A.....	41
Tabla N°11. Puntuacion de los brazos	42
Tabla N°12. Puntuacion de los antebrazos.....	43
Tabla N°13. Puntación de las muñecas	44
Tabla N°14. Puntación del Grupo B.....	45
Tabla N°15. Puntación para la carga o fuerza.	45
Tabla N°16. Puntación del tipo de agarre.....	46
Tabla N°17. Puntación C.....	46
Tabla N°18. Puntación del tipo de Actividad Muscular.....	47
Tabla N°19. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida	47
Tabla N°20. Descripción de los materiales e insumos de la línea 1	69
Tabla N°21. Descripción de los materiales e insumos de la línea 2	70
Tabla N°22. Descripción de materiales e insumos por estación de la línea 3	73
Tabla N°23. Descripción de los materiales e insumos de la línea de empaque.....	79
Tabla N°24. Descripción de equipos y herramientas de la línea 1	82
Tabla N°25. Descripción de equipos y herramientas de la línea 2	83
Tabla N°26. Descripción de equipos y herramientas por estación de la línea 3.....	84
Tabla N°27. Descripción de equipos y herramientas de la línea de empaque	88



Tabla N°28. Descripción de equipos de manejo de materiales	89
Tabla N°29. Modelos de bicicleta por cada familia	105
Tabla N°30. Lista de Desperdicios del Área de Producción	108
Tabla N°31. Análisis de causas de desperdicios	109
Tabla N°32. Análisis de causas de desperdicios	110
Tabla N°33. Análisis de causas de desperdicios	111
Tabla N°34. Análisis de causas de desperdicios.....	112
Tabla N°35. Estudio de Tiempos de la Línea 1. Familia de Modelos MTB	115
Tabla N°36. Estudio de Tiempos de la Línea 1. Familia de Modelos BMX.....	116
Tabla N°37. Estudio de Tiempos de la Línea 1. Familia de Modelos Infantiles	117
Tabla N°38. Calificación de la Velocidad por el método subjetivo de la Línea 1.....	119
Tabla N°39. Tiempos Normales por Estación de cada familia de bicicletas.....	120
Tabla N°40. Tiempos Estándar por Estación por familia de bicicletas de la Línea 1....	121
Tabla N°41. Nivel de Confianza del estudio de tiempos de la línea 1	123
Tabla N°42. Estudio de Tiempos de la Línea 2. Familia de Modelos MTB.	124
Tabla N°43. Estudio de Tiempos de la Línea 2. Familia de Modelos BMX.....	125
Tabla N°44. Estudio de Tiempos de la Línea 2. Familia de Modelos Infantiles	126
Tabla N°45. Calificación de la Velocidad por el método subjetivo de la Línea 2.....	128
Tabla N°46. Tiempos Normales por Estación por familia de bicicletas de la Línea 2..	129
Tabla N°47. Tiempos Estándar por Estación por familia de bicicletas de la Línea 2 ...	130
Tabla N°48. Nivel de Confianza del estudio de tiempos de la línea 2	133
Tabla N°49. Estudio de Tiempos de la Línea 3. Familia de Modelos MTB	134
Tabla N°50. Estudio de Tiempos de la Línea 3. Familia de Modelos BMX.....	135
Tabla N°51. Estudio de Tiempos de la Línea 3. Familia de Modelos Infantiles	136
Tabla N°52. TPS por estación de la línea automatizada para familia modelos MTB ..	138
Tabla N°53. Tiempos Normales por Estación por familia de bicicletas de la Línea 3..	139
Tabla N°54. Tiempos Estándar por Estación por familia de bicicletas de la Línea 3 ...	140
Tabla N°55. Tiempo Estándar por estación de la línea automatizada	141
Tabla N°56. Nivel de Confianza del estudio de tiempos de la línea 3	143



Tabla N°57. Elementos Extraños observados en el estudio de tiempos	145
Tabla N°58. Descripción de Mov. de Orden Superior en la Separación de Materiales.	147
Tabla N°59. Análisis REBA de la postura al extraer los materiales de las cajas	148
Tabla N°60. Descripción de Mov. de Orden Superior en la Activación de Materiales	149
Tabla N°61. Análisis REBA de la postura al levantar las cajas con los materiales.....	150
Tabla N°62. Descripción de Mov. de Orden Superior en el Ensamble de Manillas de cambios al Manubrio.....	151
Tabla N°63. Análisis REBA de la postura al ajustar los tornillos de las manillas de cambios con la pistola neumática.....	152
Tabla N°64. Descripción de Mov. de Orden Superior en el Ensamble Cuadro-Tazas	153
Tabla N°65. Análisis REBA de la postura al introducir el eje central al cuadro.....	154
Tabla N°66. Descripción de Movimientos de Orden Superior de Colocar el Ensamble Cuadro con Tazas en el suelo.....	155
Tabla N°67. Análisis REBA de la postura al colocar el ensamble en el suelo.....	156
Tabla N°68. Descripción de Movimientos de Orden Superior de Recoger el Ensamble Cuadro con Tazas del suelo.	157
Tabla N°69. Análisis REBA de la postura al recoger el ensamble del suelo	158
Tabla N°70. Descripción de Movimientos de Orden Superior en el Ensamble Cuadro - Horquilla	159
Tabla N°71. Análisis REBA de la postura al introducir horquilla en el cuadro.....	160
Tabla N°72. Recorrido del Activador por cada lote de 50 unidades	161
Tabla N°73. Separación de herramientas y elementos de cada línea de ensamble.....	166
Tabla N°74. Organización de las herramientas por tipo en el estante	167
Tabla N°75. Descripción del formato del Instructivo de Trabajo.....	177
Tabla N°76. Descripción de los elementos de la línea 2 y el tiempo promedio de la operación	179
Tabla N°77. Matriz de Precedencias	180
Tabla N°78. Cálculo Posiciones Ponderadas para la primera unidad de trabajo.....	180
Tabla N°79. Posiciones Ponderadas de las unidades de trabajo	181



Tabla N°80. Asignación de las unidades de trabajo a la Estación 1	182
Tabla N°81. Asignación de las unidades de trabajo a la Estación 2.....	182
Tabla N°82. Asignación de las unidades de trabajo a la Estación 3.....	183
Tabla N°83. Asignación de las unidades de trabajo a la Estación 4.....	183
Tabla N°84. Resumen de las asignaciones de las unidades de trabajo.	183
Tabla N°85. Características y descripción de los carros transportadores	192
Tabla N°86. Recorrido Propuesto del Activador por cada lote de 50 unidades	193
Tabla N°87. Comparación del recorrido actual y propuesto	193
Tabla N°88. Costos de la Propuesta 1: Aplicación de las 5S	195
Tabla N°89. Costos de la Propuesta 2: Instructivo de Trabajo	196
Tabla N°90. Costos de la Propuesta 3 y 4: Balance y Rediseño de la Línea 2.....	198
Tabla N°91. Costos de la Propuesta 5: Creación Área de Separación y Activación ...	200
Tabla N°92. Tabla resumen de Evaluación Económica de cada Propuesta de Mejora	202

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

	Pág.
Gráficos:	
Grafico N°1. Tiempos requeridos para tres Lineas de Ensamble.....	49
Grafico N°2. Tiempos estándar de cada estación de la línea de ensamble 1.....	122
Grafico N°3. Tiempos estándar de cada estación de la línea de ensamble 2.....	131
Grafico N°4. Tiempos estándar de cada estación de la línea de ensamble 3.....	141
Grafico N°5. Tiempo estándar de las líneas de ensamble de la empresa.	144
Grafico N°6. Tiempo estándar de las líneas de ensamble con el balance de líneas	184
Figuras:	
Figura N°1. Oficina Principal de Distribuidora Greco	3
Figura N°2. Organigrama de la gerencia de operaciones.....	6
Figura N°3. Participacion en el Mercado de Bicicletas Greco	17
Figura N°4. Ciclochamitos	17
Figura N°5. Identificación del efecto en el diagrama de Ishikawa.....	30
Figura N°6. Categorías en el diagrama de Ishikawa	30
Figura N°7. Causas por categoría en el diagrama de Ishikawa	31
Figura N°8. Posiciones del Tronco.....	38
Figura N°9. Posiciones del Cuello.....	39
Figura N°10. Posiciones de las Piernas	40
Figura N°11. Posiciones de los brazos.....	42
Figura N°12. Posiciones de los antebrazos	43
Figura N°13. Posiciones de las Muñecas	44
Figura N°14. Flujo de obtención de puntuaciones en el método REBA	48
Figura N°15. Producto final: Bicicleta Preensamblada y 100% ensamblada.....	67
Figura N°16 Partes del Producto Final.....	68
Figura N°17. Área de Ensamble de la empresa.....	90
Figura N°18. Línea de Empaque de la empresa	90
Figura N°19. Línea 1 del área de ensamble.....	91



Figura N°20. Mesa de trabajo 1 de la línea de ensamble 2	92
Figura N°21. Mesa de trabajo 2 de la línea de ensamble 2	92
Figura N°22. Estante para los cuadros	93
Figura N°23. Línea Automatizada.....	94
Figura N°24. Contenedor línea 3.....	94
Figura N°25. Estante ensamble cuadro-horquilla	95
Figura N°26. Mesas de trabajo de la Línea de Empaque	96
Figura N°27. Banda Transportadora de la Línea de Empaque	96
Figura N°28. Cajas de cartón y desperdicios en el área de producción	97
Figura N°29. Contenido cajas tipo A y B.....	98
Figura N°30. Almacén de materia prima	98
Figura N°31. Almacén Temporal	99
Figura N°32. Traslado de MP al área de producción	99
Figura N°33. El Separador	100
Figura N°34. El operario traslada las partes a cada línea de ensamble	100
Figura N°35. Producto obtenido en la línea de ensamble 1	101
Figura N°36. El operario coloca en el suelo el ensamble.....	102
Figura N°37. Producto obtenido en la línea de ensamble 2	102
Figura N°38. Bicicleta 100% ensamblada	103
Figura N°39. Producto final preensambladas	104
Figura N°40. Sellado de bolsa con accesorios, engrapado y flejado de la caja.	104
Figura N°41. Diagrama de Bloque de la empresa	105
Figura N°42. Diagrama de Ishikawa	107
Figura N°43. Recorrido del Activador	162
Figura N°44. Diseño de etiquetas para compartimientos del estante de herramientas	169
Figura N°45. Estante de las herramientas con las etiquetas en sus compartimientos. ..	169
Figura N°46. Formato Semanal de Limpieza.....	172
Figura N°47. Modelo de Cartelera Informativa.	173
Figura N°48. Instructivo de Trabajo de la línea 1. Modelos: MTB	176



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO DE
UNA EMPRESA ENSAMBLADORA DE BICICLETAS
Caso: Distribuidora GRECO, C. A.**

Autores: Pedro De Abreu y Juheidy Hernández
Tutor Académico: Ms.C. M^a Carolina García

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito proponer mejoras en los métodos de trabajo del área de producción de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, para aumentar la producción en un 46.7%. El estudio se caracteriza por ser un *proyecto factible* y corresponde a una investigación de campo. Para recabar la información se realizaron estudios (Diagrama de *Ishikawa*, Análisis de Causas de Desperdicios, Estudio de Tiempos, Evaluación Ergonómica y Análisis de Recorrido) que permitieron observar de forma más clara y precisa los problemas presentes en las líneas de ensamble de bicicletas, que permitieron plantear las siguientes propuestas para lograr el objetivo de estudio: aplicar la METODOLOGÍA 5S para crear un ambiente de trabajo favorable, se elimina en su totalidad los obstáculos en el área de ensamble, y se reduce el tiempo de búsqueda de las herramientas en un 100%; Diseñar un INSTRUCTIVO DE TRABAJO que evite las paradas de producción por falta de información y desconocimiento de las herramientas y/o materiales a usar por modelo de bicicleta en un 100%; Realizar un BALANCE DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE 2 para reducir el tiempo de ciclo de la línea en un 15%, eliminando el cuello de botella existente, permitiendo el ensamble de forma continua y el aumento en un 37.5% de la producción diaria; REDISEÑAR LA LÍNEA DE ENSAMBLE 2 con el fin de lograr el Balance de dicha línea, provocando que el proceso de ensamble sea continuo, además, elimina los movimientos de quinto orden y reduce el inventario de productos en proceso de 30 a 3 unidades; Crear el ÁREA DE SEPARACIÓN y ACTIVACIÓN, el cual consta de una mesa de trabajo y 8 carros transportadores, para evitar las paradas de producción por falta de materiales en un 100%, ahorrándose 120 minutos por día, logrando aumentar la producción en 120 unidades diarias. Además, esta propuesta elimina las condiciones que provocan fatiga y reduce el recorrido del activador en un 27,63%. El total de la inversión es de **12.087,50 BsF.**, y será recuperada en 4 días y traerá como ganancias **32.850,00BsF.** diarios.

Palabras Claves: Mejora, Producción, Ensamble.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la necesidad de producir más con los mismos recursos, o lo mismo con menos recursos, permite disminuir los costos y generar un ciclo en el cual se demandan más bienes y servicios, permitiendo a la empresa crear productos competitivos de mayor calidad que aumente su tendencia creciente a nivel nacional.

En tal sentido, el propósito fundamental de este Trabajo Especial de Grado es el de realizar propuestas de mejora en el área de producción de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, con el fin de incrementar el volumen de producción de la organización mediante la aplicación de herramientas y técnicas que contribuyan a la mejora continua.

Esta investigación está estructurada en cinco capítulos descritos a continuación:

CAPÍTULO I. *La Empresa:* Constituye todo lo referente a la organización donde los autores desarrollaron el estudio, ubicación, reseña histórica, misión, visión, valores, principios, estructura organizacional, capacidad instalada, productos, participación en el mercado y responsabilidad social corporativa.

CAPÍTULO II. *El Problema:* Corresponde a la descripción y planteamiento de los problemas presentados en el área de producción de la empresa, sus causas, objetivos de la investigación, justificación, alcance y limitaciones.

CAPÍTULO III. Marco Teórico: En este capítulo se presentan los antecedentes de la investigación, las bases teóricas que fundamentan la investigación y la definición de términos básicos.

CAPÍTULO IV. Marco Metodológico: Representa los aspectos que permiten definir los pasos para poder alcanzar los objetivos planteados, este capítulo abarca el nivel y diseño de la investigación, fuentes y técnicas de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de la información y las fases de la investigación.

CAPÍTULO V. Descripción y Análisis de la Situación Actual: En esta parte de la investigación se describe detalladamente los elementos presentes en el área de producción de la empresa: productos, materiales, equipos y herramientas, área de trabajo y el proceso de ensamble. También se muestran los resultados obtenidos de los diversos estudios: Diagrama de *Ishikawa*, Análisis de Causas de Desperdicios, Estudio de Tiempos, Evaluación Ergonómica y Análisis de Recorrido.

CAPÍTULO VI. Propuestas de Mejora: En este capítulo se explican detalladamente los beneficios, desperdicios que elimina/reduce y funcionamiento de cada una de las propuestas con las cuales se mejora las situaciones problemáticas encontradas. También se presenta la evaluación económica para cada propuesta de mejora.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, los apéndices que permiten una mejor comprensión de las mismas y la bibliografía consultada por los autores.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 Ubicación de la Empresa

Distribuidora Greco C.A. es una empresa ensambladora y comercializadora de bicicletas que hoy en día funciona en el municipio Linares Alcántara del Estado Aragua, ofreciendo al mercado venezolano una gran variedad de bicicletas para niños y niñas, damas, caballeros y de alta competencia así como sus repuestos, accesorios y servicio con cinco años de garantía.

La Empresa es conocida en el mercado a través de la marca **BICICLETAS GRECO**, nombre que representa los esfuerzos de un equipo orientado a la satisfacción del mercado venezolano, respaldado por un equipo de trabajo 100% venezolano. Con productos que son creados, diseñados y ensamblados en Venezuela. En la figura N°1 se muestra la oficina principal de la empresa en el país.

Figura N° 1. Oficina Principal de Distribuidora Greco C.A.



Fuente: Distribuidora GRECO C.A.



1.2 Reseña Histórica

Desde que Bicicletas Greco inició actividades en la ciudad de Maracay, en el año 1993, su visión fue crecer conjuntamente con un país que cada día ofrece oportunidades a quienes demuestran que tienen fé en sí mismos y que con la constancia todo es posible.

Bicicletas greco nace en un momento en que la demanda de bicicletas exigía ofrecer productos de alta calidad accesible a todos.

Distribuidora Greco C.A. una empresa de capital venezolano, que genera más de 100 empleos y su cartera de clientes está ubicada a lo largo y ancho del país.

1.3 Misión de la Empresa

Innovar y mantener la calidad de nuestros productos y servicios desarrollando el recurso humano e incorporando nuevas tecnologías.

1.4 Visión de la Empresa

Ser líder en el mercado nacional e internacional.

1.5 Valores de la Empresa

- El mejor talento humano a cargo de la más avanzada tecnología.
- Compromiso organizacional con ética de trabajo.

- Excelencia en el Servicio.
- Trabajo en equipo y cooperación constante.

1.6 Principios de la Empresa

- La dignidad del ser humano y el contenido ético-social del trabajo son principios que requieren de respeto y consideración mutua para su efectiva realización y para el provechoso desenvolvimiento de las relaciones entre las partes.

- La lealtad mutua, apoyo y solidaridad que las partes se deben a los propósitos de lograr y mantener la laboriosidad y dedicación que ellos reconocen como imprescindible para alcanzar los niveles de eficiencia, calidad y productividad requeridos para ofrecer una alta competitividad en el mercado, cada vez más exigente.

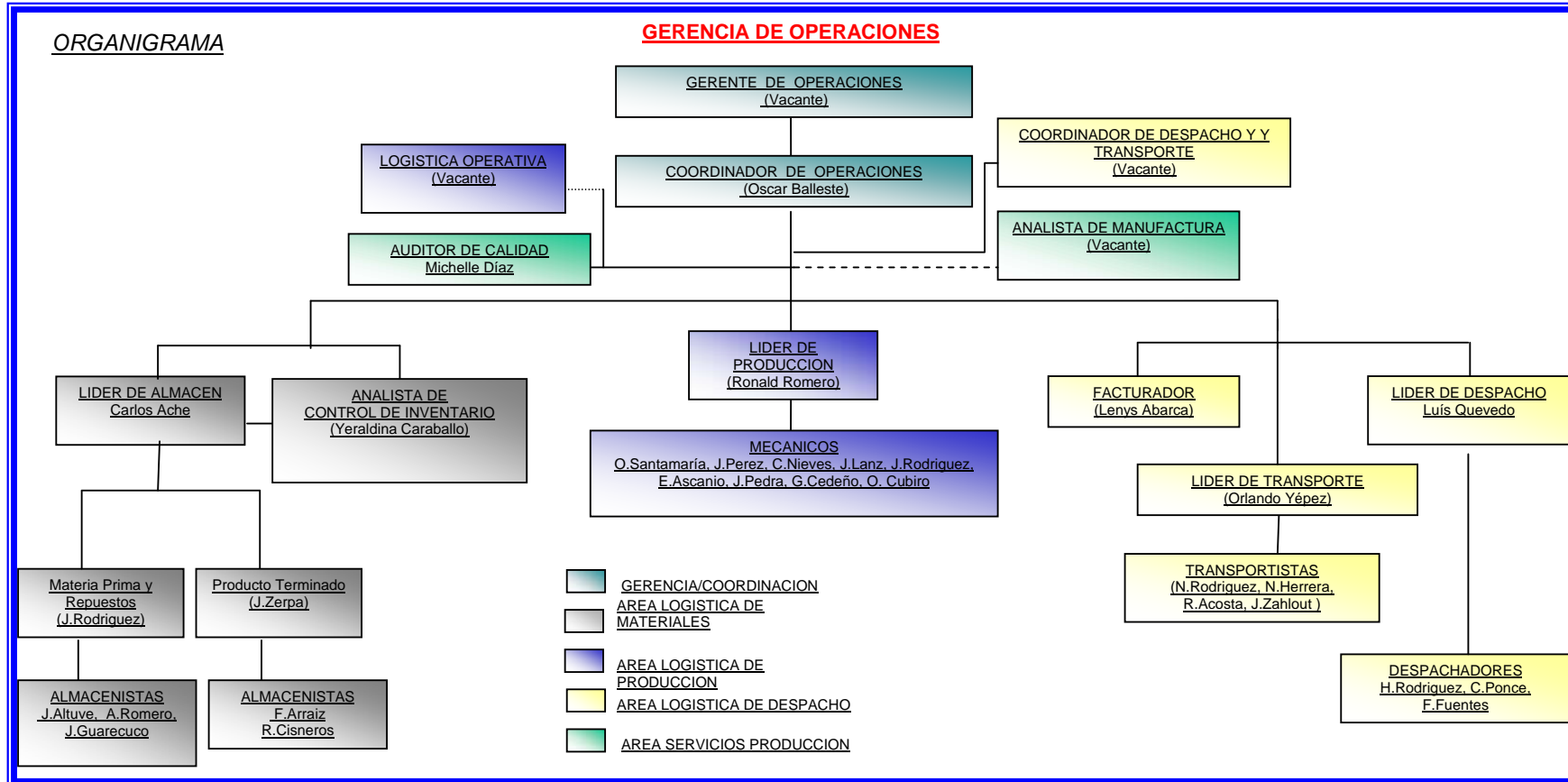
- La efectiva relación supervisor-trabajador es fundamental para la marcha y alta productividad de la empresa.

1.7 Estructura Organizacional

En la página siguiente se presenta el organigrama de la Gerencia de Operaciones de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*



Figura N° 2. Organigrama de la Gerencia de Operaciones.



Fuente: Distribuidora Greco C.A.

1.8 Capacidad Instalada

Distribuidora Greco C.A. posee instalaciones, equipos y herramientas adecuadas para el ensamblaje de 60.000 bicicletas al año. Actualmente se están ejecutando una variedad de proyectos de mejora de procesos a la línea de producción y empaque, así como la expansión de la capacidad operativa para aumentar los niveles de productividad, calidad y eficiencia.

1.8.1 Capacidad Instalada de Producción

La capacidad instalada de producción actual y proyectada se presenta en la siguiente tabla.

Tabla N° 1. Capacidad Instalada de Producción.

	ACTUAL	PROYECTADO			
	2007	2008		2009	
	Jornada Normal	Turno Normal	Doble Turno	Turno Normal	Doble Turno
Producción diaria (bicicletas)	540	864	1.728	1.296	2.592
Ritmo por bicicletas (seg./bicicleta)	60	45	45	30	30
Capacidad mensual de producción (Bic.)	11.340	18.144	36.288	27.216	54.432
Capacidad anual de producción (Bic.)	136.080	217.728	435.456	326.592	653.184
Operarios de Producción (personas)	50	78	156	115	230
Logística de producción (personas)	10	15	30	15	30
Total personas en planta	60	93	186	130	260
Índice de Productividad (Bic./oper./día)	10,8	11,1	11,1	11,3	11,3

Fuente: Distribuidora GRECO C.A.

1.8.2 Capacidad de recepción de mercancía

La capacidad en la recepción de mercancía o materia prima se presenta en la siguiente tabla.

Tabla N° 2. Capacidad de Recepción de Mercancía.

	ACTUAL	PROYECTADO	
	Jornada Normal	Jornada Normal	
	2007	2008	2009
Contenedores X día (Máx)	6	12	18
Cubicaje por contenedor (m ³)	66.7	66.7	66.7
Cubicaje diario Máximo (m ³)	400.2	800.4	1200.6
Mano de obra por contenedor	3	3	3
Mano de obra (personas)	18	36	54
Montacargas	1	2	3

Fuente: Distribuidora GRECO C.A.

1.8.3 Capacidad de Almacenamiento

La capacidad de almacenamiento de la empresa *Distribuidora Greco C.A.* se presenta en la siguiente tabla.

Tabla N° 3. Capacidad de Almacenamiento.

	ACTUAL		PROYECTADO		
	2007		2008 - 2009		
	m ²	m ³	m ²	m ³	% Crecimiento
Almacén de Repuestos	621	999	621	999	0.0
Almacén de Piso (Repuestos)	196	587	257	771	31.5
Almacén de Bicicletas CKD	324	971	486	1457	50.0
Almacén de Productos Terminados (PT)	275	413	660	1980	380.0

Fuente: Distribuidora GRECO C.A.

1.8.4 Mano de Obra

La mano de obra requerida actualmente en el almacén y la proyectada se presenta en la tabla N°4.

Tabla N° 4. Requerimiento Mano de Obra en Almacén.

	ACTUAL 2007	PROYECTADO 2008 - 2009
Líderes / Sub Líderes	2	6
Operarios	15	30
TOTAL MO (Almacén)	17	36

Fuente: Distribuidora GRECO C.A.

1.8.5 Equipos

Algunos equipos requeridos por la empresa en la actualidad y sus proyecciones se presentan en la siguiente tabla.

Tabla N° 5. Requerimiento de Equipos.

	ACTUAL 2007	PROYECTADO 2008 - 2009
Línea de producción automatizada	1	2
Línea de alimentación neumática (6Hp)	1	2
Pistolas Neumática	4	12
Banda Transportadora	1	2
Planta Eléctrica (150Kva)	0	1
Carritos Transportadores.	0	6
Prensa Hidraulica	0	2
Montacargas	2	3
Traspaleta Eléctrica	1	2
Traspaleta Hidráulica	4	8
Flejadora	1	1
Etiquetadota	0	1
Paletas	931	1500

Fuente: Distribuidora GRECO C.A.

1.9 Productos

Distribuidora Greco C.A. es una empresa ensambladora y comercializadora de bicicletas para niños y niñas, damas, caballeros y de alta competencia así como sus repuestos y accesorios. Entre los productos que ofrece la empresa destaca las bicicletas montaÑeras, las cross, las de carrera, las de paseo,

las infantiles y las estacionarias. Todas ellas en diversos tamaños y colores. En general, se pueden clasificar en bicicletas con cambios de velocidad o MTB, en bicicletas sin cambios o BMX e infantiles.

A continuación se presentan y describen los modelos de bicicleta que produce la empresa.

Tabla N° 6. Productos de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*




TIPO	MODELO	ESPECIFICACIONES
MONTAÑERAS (MTB)	<p>AVADON</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" y 26" MTB. Hi-ten steel └─ Horquilla: 20" MTB. Hi-ten Steel ● Colores: Rojo - Gris * Negro - Gris * Azul - Gris * Blanco - Gris * ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008
MONTAÑERAS (MTB)	<p>ELEVATION 1.1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" y 26" Full susp Hi-ten Steel └─ Horquilla: 20" Susp Hi-ten steel ● Colores: Amarillo- Negro * Negro - Rojo * Azul - Blanco * Amarillo - Azul * ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008
MONTAÑERAS (MTB)	<p>ELEVATION 1.2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" y 26" Full susp Hi-ten steel └─ Horquilla: 20" Susp fork Hi-ten steel ● Colores: Amarillo- Negro * Negro - Rojo * Azul - Blanco * Amarillo - Azul * ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008

Tabla N° 6. Productos de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*

(Continuación)

TIPO	MODELO	ESPECIFICACIONES
MONTAÑERAS (MTB)	HANNIBAL 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" MTB. Hi-ten steel └─ Horquilla: 20" Susp Alloy ● Colores: Amarillo - Blanco * Negro - Blanco * * Blanco - Azul * ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008
MONTAÑERAS (MTB)	INJECTION 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" MTB. Hi-teen Steel └─ Horquilla: 20" Steel with suspensión ● Colores: Negro - Naranja * Negro - Amarillo * * Negro - Rojo * ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008
MONTAÑERAS (MTB)	JERK 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 26x14" MTB. Hi-teen Steel └─ Horquilla: 26" Steel with suspensión ● Colores: Negro - Naranja * Negro - Rojo * ⊙ Tallas: XL 26" ⌚ Año:2007
MONTAÑERAS (MTB)	POLUX 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" y 26" MTB. Hi-ten steel └─ Horquilla: 20" MTB. Hi-ten Steel ● Colores: Gris * Amarillo * Negro * Rojo * Azul ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008

Tabla N° 6. Productos de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*

(Continuación)





TIPO	MODELO	ESPECIFICACIONES
MONTAÑERAS (MTB)	TERMINATOR 1.0 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" Alloy └─ Horquilla: 20" Alloy Suspensión ● Colores: Naranja * Amarillo * Blanco * ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008
MONTAÑERAS (MTB)	TERMINATOR 2.0 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" Full Alloy Double Suspen. └─ Horquilla: 20" Alloy-Mozo Suspensión ● Colores: Naranja - Blanco * Blanco - Amarillo * Blanco - Negro * ⊙ Tallas: XL 26" ⌚ Año:2008
MONTAÑERAS (MTB)	TITAN 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" y 26" MTB. Hi-teen Steel └─ Horquilla: 20" Susp fork Hi-ten steel ● Colores: Gris * Amarillo * Naranja * Rojo * Blanco ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008
CROSS (BMX)	ROADSTER 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" BMX Alloy └─ Horquilla: 20" BMX Hi-ten steel ● Colores: Negro- Amarillo * Negro - Rojo * ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2008

Tabla N° 6. Productos de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*

(Continuación)





TIPO	MODELO	ESPECIFICACIONES
CROSS (BMX)	<p>STREET V</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" y 16" BMX Hi-ten steel └─ Horquilla: 20" BMX Hi-ten steel ● Colores: Negro * Amarillo ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2007
CROSS (BMX)	<p>STREET V-CRO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 20" BMX Hi-ten steel └─ Horquilla: 20" BMX Hi-ten steel ● Colores: Cromado ⊙ Tallas: M 20" ⌚ Año:2007
CARRERA (MTB)	<p>FASTER (ROAD)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: Full Alloy └─ Horquilla: Alloy ● Colores: Negro - Amarillo * Blanco - Negro * ⊙ Tallas: L 24" ⌚ Año:2007
CARRERA (MTB)	<p>SPEED (ROAD)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: Full Alloy └─ Horquilla: 24" Alloy ● Colores: Negro * Blanco ⊙ Tallas: L 24" ⌚ Año:2007

Tabla N° 6. Productos de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*

(Continuación)





TIPO	MODELO	ESPECIFICACIONES
PASEO (BMX)	<p>ANDREINA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro: 24" Hi-ten steel Lady Type ☞ Horquilla: 24" Hi-ten Steel W 🌈 Colores: Rojo - Blanco * Verde - Azul * Azul - Rojo * Azul - Naranja 🛞 Tallas: L 24" ⌚ Año:2007
PASEO (BMX)	<p>FIRE</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro: Full Alloy ☞ Horquilla: 24" Alloy 🌈 Colores: Negro * Rojo 🛞 Tallas: M 20" ; L 24" ⌚ Año:2007
INFANTIL (BMX)	<p>CICLOCHAMITOS GIRLS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro: 12" BMX Hi-ten steel ☞ Horquilla: 12" BMX Hi-ten steel 🌈 Colores: Rosado - Rojo 🛞 Tallas: S 12" ⌚ Año:2008
INFANTIL (BMX)	<p>CICLOCHAMITOS BOYS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro: 12" BMX Hi-ten steel ☞ Horquilla: 12" BMX Hi-ten steel 🌈 Colores: Negro - Amarillo 🛞 Tallas: S 12" ⌚ Año:2008

Tabla N° 6. Productos de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*

(Continuación)








TIPO	MODELO	ESPECIFICACIONES
INFANTIL (BMX)	<p>ELECTRIC</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro: 12" BMX Type "Y" Hi-ten steel ☞ Horquilla: 12" BMX Hi-ten steel 🌈 Colores: Verde * Rosado - Rojo 🛞 Tallas: S 12" 🕒 Año:2008
INFANTIL (BMX)	<p>ELEVATION 1.0</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro: 16" Full Susp. Hi-ten steel ☞ Horquilla: 16" Susp. Hi-ten steel 🌈 Colores: Negro - Naranja 🛞 Tallas: M 16" 🕒 Año:2007
INFANTIL (BMX)	<p>ELEVATION 1.1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro: 16" Full Susp. Hi-ten steel ☞ Horquilla: 16" Susp. Hi-ten steel 🌈 Colores: Rojo – Negro * Blanco – Azul * Azul – Amarillo * Rojo - Blanco 🛞 Tallas: S 18" , M 19" , L 20" 🕒 Año:2008
INFANTIL (BMX)	<p>SHINE FLASH</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro: 16" BMX Hi-ten steel ☞ Horquilla: 16" BMX Hi-ten steel 🌈 Colores: Negro - Amarillo 🛞 Tallas: M 16" 🕒 Año:2008

Tabla N° 6. Productos de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*

(Continuación)

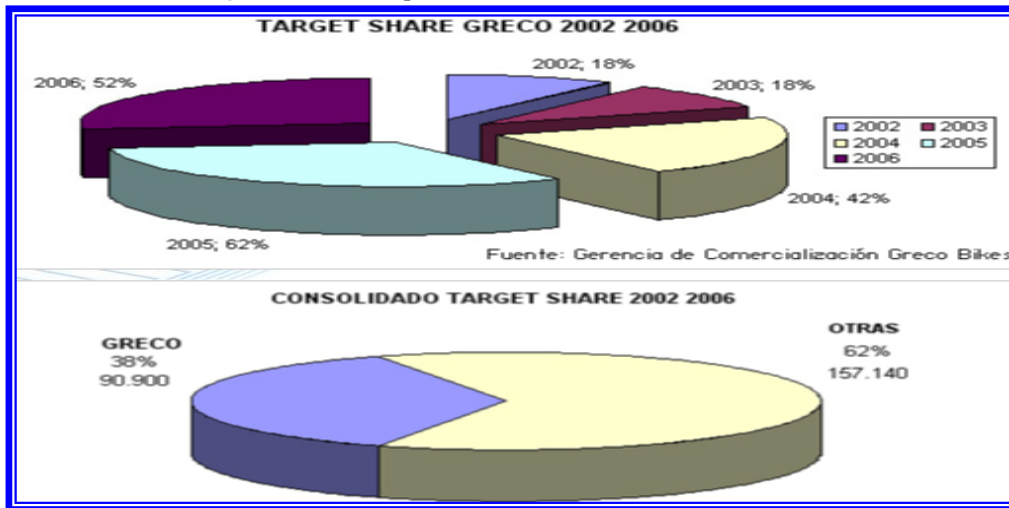
TIPO	MODELO	ESPECIFICACIONES
INFANTIL (BMX)	<p>FABIANNA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 16" BMX Type Ladys Hi-ten steel └─ Horquilla: 16" BMX Hi-ten steel ● Colores: Rosado - Fucsia ⊙ Tallas: M 16" ⌚ Año:2008
INFANTIL (BMX)	<p>ISABELLA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: 12" BMX Type Ladys Hi-ten steel └─ Horquilla: 12" BMX Hi-ten steel ● Colores: Rosado - Fucsia ⊙ Tallas: M 12" ⌚ Año:2007
ESTACIONARIA	<p>SPINNER FIRST</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ Cuadro: ----- └─ Horquilla: ----- ● Colores: Negro ⊙ Tallas: Única ⌚ Año:2007

Fuente: Distribuidora GRECO C.A.

1.10 Participación en el Mercado

A continuación se presenta el Target Share de la empresa *Distribuidora Greco C.A.* para el período 2002-2006.

Figura N° 3. Participación en el mercado de Bicicletas Greco.



Fuente: Distribuidora GRECO C.A.

1.11 Responsabilidad Social Corporativa

1.11.1 Ciclochamitos

Es un paseo en bicicletas organizado desde hace 5 años por Bicicletas Greco para niños en edades comprendidas entre 5 y 12 años. Se realiza el día del niño en la ciudad de Maracay, Edo. Aragua, y cuenta con la presencia de la familia venezolana que se reúne para compartir una mañana de alegría.

Figura N° 4. Ciclochamitos.



Fuente: Distribuidora GRECO C.A.

1.11.2 Escuela de Ciclismo Ciclochamitos

La convocatoria y expectativa que genera ciclochamitos en niños y padres cada año va en aumento y se ha llevado a desarrollar un proyecto que denominamos Escuela de Ciclismo Ciclochamitos. La escuela tiene como objeto, el desarrollo de actividades orientadas al adiestramiento de los alumnos en las diferentes técnicas de conducción, ensamblaje y mantenimiento de las bicicletas montañeras y de cross, así como proporcionarles información en relación a los diferentes equipos necesarios para la práctica segura del ciclismo en general.

La Escuela de Ciclismo Ciclochamitos se creará durante los próximos dos años y pretende dar respuesta a las inquietudes manifestadas por los participantes a lo largo de los últimos cinco años.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema

Distribuidora Greco C.A. es una empresa ensambladora y comercializadora de bicicletas que hoy en día funciona en el municipio Linares Alcántara del Estado Aragua, ofreciendo al mercado venezolano una gran variedad de bicicletas para niños y niñas, damas, caballeros y de alta competencia así como sus repuestos y accesorios.

La empresa *Distribuidora Greco C.A.* ha incrementado sus volúmenes de producción al ir aumentando sus ventas con el pasar de los años, llevando consigo la preocupación de mejorar algunos factores que afectan su óptimo rendimiento. Es por esta razón que la empresa busca la manera y medios para elaborar productos de calidad que les permitan disminuir los costos de producción, para así poder ofrecer precios más competitivos que puedan garantizar su desarrollo y crecimiento.

En este orden de ideas, la empresa persigue un mejoramiento continuo, para el cual se encuentra constantemente en la búsqueda de:

- Aprovechamiento racional de los recursos.
- Disminución de los desperdicios.
- Aumentar su participación en el mercado.
- Mejoramiento en la capacidad de respuesta al cliente, para optimizar la eficiencia.

La producción promedio de la empresa es de 250 bicicletas al día, en una jornada laboral de 8 horas diarias. Los despachos de las bicicletas son por pedidos que realizan sus clientes con anticipación.

El Área de Ensamble consta de tres líneas, de las cuales dos son 100% manuales (líneas 1 y 2) y una automatizada. La línea automatizada depende de los ensambles de las otras dos líneas.

A continuación se muestran un conjunto de problemas presentes en los procesos de ensamble:

- Un operario se encarga de separar cada pieza que contiene las cajas y las deposita en contenedores de cartón dispuestos en el suelo con capacidad para ensamblar 8 bicicletas. Otro operario (activador) se encarga de transportar cada contenedor con las piezas ya separadas a la línea de trabajo correspondiente, dicho operario recorre 76 metros de ida y vuelta, para ello el operario carga la caja y la coloca en una carrucha para su traslado. Cabe destacar que cada contenedor tiene un peso de 15Kg aproximadamente. Esta actividad la realiza 125 veces al día, provocando excesivo e inadecuado manejo de materiales. Ambas actividades se realizan en toda la jornada laboral, produciendo fatiga a los operarios, ya que realiza movimientos constantes de 5^{to} orden que pueden acarrear en enfermedades y/o sanciones a la empresa por parte de los organismos encargados en velar por la seguridad y salud laboral de los trabajadores. Además, dichas actividades tienen un tiempo de duración promedio de 2 minutos con 20 segundos por unidad ensamblada, siendo mayor al ritmo normal de producción (60 segundos). Por tales razones, se plantea reducir el tiempo de separación y activación de las partes de bicicleta, así como reducir el orden de los movimientos de ambos operarios,

repercutiendo favorablemente en el nivel de producción diario y en nivel de seguridad laboral de la empresa.

- En la línea 1, conformada por una mesa de trabajo, ensamblan el volante o manubrio de la bicicleta con los frenos y palanca de cambios de velocidades. Una vez terminado el ensamble del volante, el operario lo coloca a un extremo de la mesa de trabajo hasta acumular diez unidades, esto debido a que el tiempo de ensamble por unidad es de 1.10min, siendo mayor al ritmo normal por unidad de la línea automatizada (60 segundos), lo que produce ocio en la línea automatizada de hasta una hora diaria. No existen hojas de procesos para los operarios, ocasionando así un descontrol de la cantidad de manubrios a ensamblar debido al desbalance con respecto a la línea automatizada. La reducción del ocio en la línea automatizada permitirá aumentar la producción en 10%. Además se plantea reducir el inventario de trabajo en proceso de la línea 1 a cero, ya que actualmente se presenta desorden y poco espacio en dicha línea.
- En la línea 2 se ensamblan la horquilla con el cuadro de la bicicleta, para ello se disponen de dos mesas de trabajo y dos operarios. En dicho proceso, los operarios realizan movimientos no productivos, ya que mientras un brazo se mueve hacia los materiales necesarios, el otro solo funciona como sostenedor del producto semi-elaborado, ya que el ensamble se realiza en el aire y no sobre la mesa de trabajo, retardando considerablemente el tiempo del ensamble cuadro con horquilla. El tiempo de ensamble por unidad es de 3 minutos por cada dos ensambles, siendo mucho mayor que el requerido al ensamblar una unidad de la línea automatizada (60 segundos), esto también produce ocio en la línea automatizada de dos horas por jornada. La reducción del ocio en la línea automatizada permitirá aumentar el volumen de producción, y por consecuencia disminuir los costos unitarios de producción

y ofrecer precios más atractivos a los clientes y competir con sus adversarios, e impulsando con ello, el incremento de su participación en el mercado.

Por otro lado, el tiempo de ensamble por unidad en cada mesa de trabajo de la línea 2 difiere en 50 segundos, ocasionando que una vez terminado el ensamble de la mesa de trabajo 1, el operario coloca dicho ensamble en el suelo debido que el otro operario de la mesa 2 no ha terminado su trabajo, y además, por la falta de un sistema adecuado de sujeción de productos semi-ensamblados. Esto ocasiona que el operario realice movimientos de 5^{to} orden que a la larga produce daños severos, como desviación o hernias en el disco lumbar, además, se origina excesivo inventario de trabajo en proceso, el cual al colocarlo en el suelo ocasiona desorden, acumulación y congestión del área de ensamble. Para ello se propone reducir el inventario de trabajo en proceso de la línea 2 causada por el desbalance entre ambos operarios, de tal manera que el producto fluya en forma continua y con el menor ocio posible para lograr el volumen de producción deseado.

- En la línea 3 (automatizada), se ensambla lo obtenido en las líneas anteriores con los demás accesorios de la bicicleta. Cada estación de ensamble tiene un tiempo estándar de duración 60 segundos, además cada operario tiene una actividad diferente, el último operario que realiza el ensamble final tiene que cargar la bicicleta (15 Kg. en promedio) y recorrer 2 metros hasta llevarla al área de empaque. A su vez, la distribución actual del área de ensamble dificulta la movilización de los operarios de forma rápida, eficiente y segura, ya que las cajas de cartón con las piezas a ensamblar, los cuadros y los rines de bicicleta se colocan a un lado de cada línea de ensamble y tienden a acumularse y producir congestión. Por tales razones la distribución en planta actual no minimiza el costo de manejo de materiales y el tiempo total de producción, no utiliza eficientemente el espacio disponible, no se logra

seguridad y satisfacción en los trabajadores, produce excesivo materiales en proceso y no simplifica el proceso de producción.

Además, al finalizar el inventario en proceso de la línea 1 y/o 2, los operarios de la línea 3 no pueden continuar con la producción dado que no tienen a su disposición los ensambles de las líneas anteriores, ocasionando que se regresen a esas líneas a ayudar a terminar los ensambles para poder seguir produciendo, provocando en dichos operarios una sobreutilización laboral debido a que su trabajo es mayor que el de los demás, resultando un desbalance de responsabilidades. No existe un flujo continuo de procesos, la cantidad de unidades ensambladas en cada línea es diferente por determinado tiempo.

- En las líneas de ensamble 1 y 2, ocurren paradas menores durante el ensamble de bicicletas. Estas paradas de la producción tienen una duración promedio de 0.16 minutos por unidad y ocurren 144 veces al día. Las paradas menores ocurren por la disposición en forma desordenada de las herramientas necesarias para el proceso y por la falta de un sistema de separación de herramientas por tipo de bicicleta a producir. Es necesario reducir el número de paradas con el propósito de disminuir el tiempo de ensamble hasta en un 10%, repercutiendo satisfactoriamente en los volúmenes diarios de producción y así obtener un aumento considerable de dicha producción.
- Los tres procesos de ensamble de las líneas mencionadas no se encuentran normalizados, la empresa consta de 20 modelos, donde dichos procesos difieren en algunos casos. Esta cantidad de modelos se dividen en 3 familias donde los procesos son similares, pero en la actualidad no se aplica ningún método de normalización como son diagramas de operaciones, diagrama de procesos, manuales de operaciones, entre otros. Los operarios no poseen un

orden específico de operaciones, la cual ocasiona desorden y en algunos casos malos procedimientos que originan productos defectuosos o mal procesados. Hay retrabajos en un 5% de la producción diaria, permitiendo un aumento del costo que influye directamente en el precio del producto. A su vez, los productos defectuosos afectan su calidad y trae como consecuencia la disminución el nivel de satisfacción de los clientes.

- Los operarios no poseen equipos de protección personal (Lentes, guantes y botas de seguridad) y trabajan 100% de su jornada laboral de pie. Esto incrementa la posibilidad de ocurrencia de Bipedestación o insuficiencia venosa, perjudicando económicamente a la empresa por motivos legales, paradas de producción y sueldos y salarios de personal sustituto.

De este modo, se requiere realizar un estudio que permita evaluar los factores que afectan la baja producción del área de ensamble, haciendo un análisis de los métodos de trabajo a fin de proponer mejoras, así como también una evaluación de la situación actual y un estudio que tome en cuenta el rediseño de la línea 2 con el fin de reducir el tiempo de producción, disminuir el ocio y lograr un balance de las líneas de ensamble, aprovechando el espacio disponible en planta y proponer una nueva distribución de los equipos a fin de obtener la ubicación más favorable técnica y económicamente.

De igual forma, se debe considerar el estudio de manejo de materiales para mantener continuidad y evitar atrasos en los procesos, tomando en cuenta nuevos recorridos y equipos que activen la sincronización de las actividades y la utilización eficiente de los recursos.

Para finalizar, en el proceso de ensamble de bicicletas de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, se emplean métodos de trabajo que pueden mejorarse,



de allí la necesidad de realizar este estudio, ya que le permitirá a la empresa aumentar su producción en un 40%, disminuir el riesgo laboral y crear productos competitivos de mayor calidad que aumente su tendencia creciente a nivel nacional.

2.2 Objetivos de la Investigación

2.2.1 Objetivo General

Desarrollar propuestas de mejoras en los métodos de trabajo del área de ensamble de bicicletas de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, con el fin de incrementar la producción.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar los métodos de trabajo actualmente empleados en la empresa *Distribuidora Greco C.A.*
- Identificar las oportunidades de mejora en el área estudiada
- Diseñar propuestas de mejoras para el área de ensamble de bicicletas.
- Evaluar la factibilidad económica de las propuestas de mejora planteadas.

2.3 Justificación del Estudio

La empresa *Distribuidora Greco C.A.* está constantemente en la búsqueda de las mejoras de sus procesos con la finalidad de incrementar su producción y obtener productos de alta calidad que satisfagan a sus clientes y que se adapten a las exigencias del mercado. Por lo que surge la necesidad de realizar un estudio del área de ensamble de bicicletas de la empresa y así definir todos los problemas existentes, destacando las causas y consecuencias, con el fin de diseñar propuestas de mejora que solucionen dichos problemas.

La investigación realizada tiene como propósito aumentar la producción de la empresa, trayendo consigo beneficios en lo referente al incremento de sus ingresos, salarios mejores para sus trabajadores, aumento de la participación en el mercado y el mejoramiento del nivel de vida de las personas, gracias a una serie de propuestas planteadas que permiten el flujo continuo entre las líneas de ensamble de la empresa.

Por otra parte, la realización de este tipo de Trabajo Especial de Grado permitirá a los autores cumplir con el último requisito académico exigido para la acreditación profesional como Ingenieros Industriales, y al mismo tiempo, les brinda la oportunidad a sus profesores de evaluar los resultados de su educación implantada. De la misma manera, este Trabajo Especial de Grado quedará como referencia a otros tesis interesados en el tema, generando así la integridad de su formación ética y profesional.

Por último, el hecho de obtener experiencia laboral en una reconocida empresa, constituye una excelente oportunidad de crecimiento tanto a nivel personal como profesional para los autores.

2.4 Alcance de la Investigación

El Alcance según Arcay (2005) es la delimitación explícita y clara de la amplitud con la cual se realiza el trabajo, por ello, la presente investigación de campo se realizará en *Distribuidora Greco C.A.*, empresa ensambladora y comercializadora de bicicletas que hoy en día funciona en el municipio Linares Alcántara del Estado Aragua en Venezuela, específicamente en el área de ensamble de bicicletas.

En lo que respecta al contenido del Trabajo Especial de Grado, se realizará el análisis de la situación actual y el planteamiento de los problemas existentes en el área de estudio para proponer mejoras a fin de solucionar las problemáticas encontradas, quedando a cargo de la empresa la puesta en práctica de las mismas.

2.5 Limitaciones

Arias (1999) citado en Arcay (2005) define las limitaciones como obstáculos que eventualmente pudieran presentarse durante el desarrollo de la investigación. Las limitaciones presentadas durante la realización del presente Trabajo Especial de Grado fueron:

- La empresa no posee recursos para implementar mejoras que requieran de gran inversión.
- Falta de actualización de los registros, planos, formatos, entre otros por parte de la empresa.
- Por ser un trabajo de grado, solo se dispone de seis meses como tiempo para realizar el estudio.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la Investigación

Toda investigación previa que ha sido diseñada con propósitos similares sirve de soporte en el desarrollo de la investigación, los trabajos que a continuación se mencionan contribuyen para la redacción, elaboración y presentación de ésta investigación.

Patiño (2006), realizó un Trabajo Especial de Grado en la Universidad de Carabobo titulado: *“Mejoras de los métodos de trabajo en la línea de ensamble de asientos para camionetas Explorer U-251 en la empresa Lear de Venezuela C.A.”*, con la finalidad de aumentar la productividad y eficiencia del proceso de producción aplicando distribución en planta, estudio de recorridos y método Reba. Mediante este trabajo, los investigadores se orientaron para realizar la estructura tentativa y el contenido de la presente investigación. A su vez, proporciona herramientas útiles sobre la identificación de desperdicios y oportunidades de mejora, sirviendo como base para su aplicación y el estudio económico respectivo, haciendo uso de herramientas para la evaluación de rentabilidad económica, como el retorno de la inversión, que servirá de guía para el estudio que se lleva a cabo.

Naveda (2005), realizó un Trabajo Especial de Grado en la Universidad de Carabobo titulado: *“Mejoras para un área del departamento de pintura de la empresa ensambladora Ford Motor de Venezuela S.A.”*. Esta investigación se enfocó en lo que a estudios en la distribución de las operaciones y mejoras de los métodos de trabajo se refiere, tomando en cuenta el análisis de factores como

desperdicios, retrabajos, riesgos de accidentes, entre otros. Este estudio permitirá tener una visión general sobre los procesos y métodos de trabajo que se desarrollan en esa empresa para así crear bases y fundamentos que permitan comparar el estado actual del área del departamento de pintura de *Ford Motor de Venezuela S.A.*, con el área de ensamble de *Distribuidora Greco C.A.*

Sánchez (2001), de la Universidad de Carabobo, en su Trabajo Especial de Grado titulado: “*Mejoras en los métodos de trabajo y en la distribución en planta de una empresa metalmecánica*”, realizó un análisis completo de la línea de producción de colmenas tubulares, logró identificar sus debilidades y proponer soluciones que ayuden a mejorar la eficiencia del proceso productivo, esto se obtuvo con el diseño e implementación de dispositivos que mejoren los métodos de trabajo, reduciendo el manejo de materiales y una mejor distribución en planta. De este trabajo de investigación se tomó como referencia algunas de las herramientas de Ingeniería Industrial como el diagrama de Ishikawa, análisis de recorrido y estudio de tiempos, con el fin de evidenciar la problemática existente en los distintos procesos.

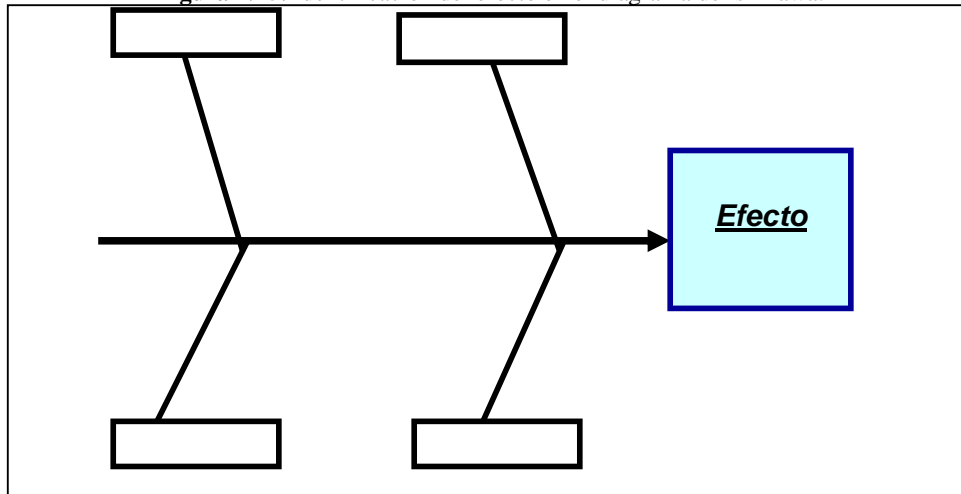
3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto)

El Diagrama Causa – Efecto fue desarrollada para representar la relación existente entre algún efecto o problema y todas las posibles causas que lo generan. Estas causas se encuentran agrupadas de acuerdo a su origen principal para simplificar el análisis. Para construir este diagrama, Ortiz (2000) sugiere:

1. Identificar el efecto o problema al lado derecho del diagrama.

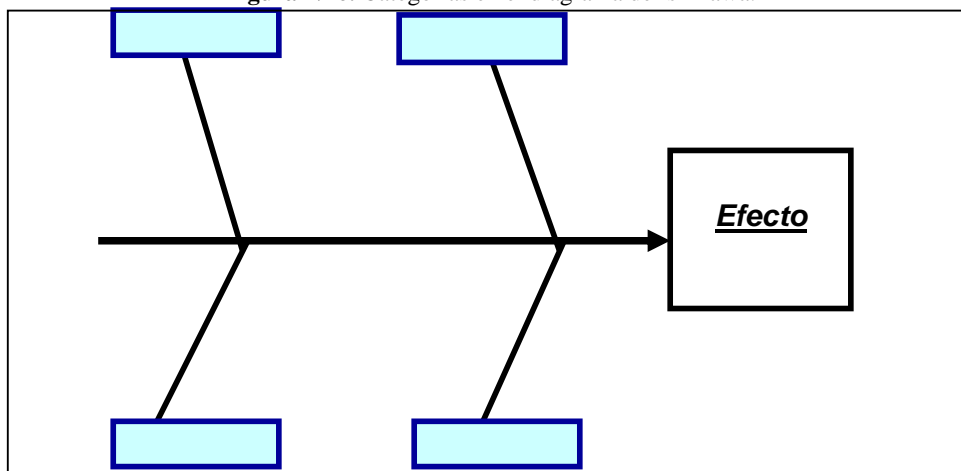
Figura N° 5. Identificación del efecto en el diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración Propia

2. Colocar en los cuadros restantes la categoría que permitirá clasificar y/o agrupar las causas del problema estudiado.

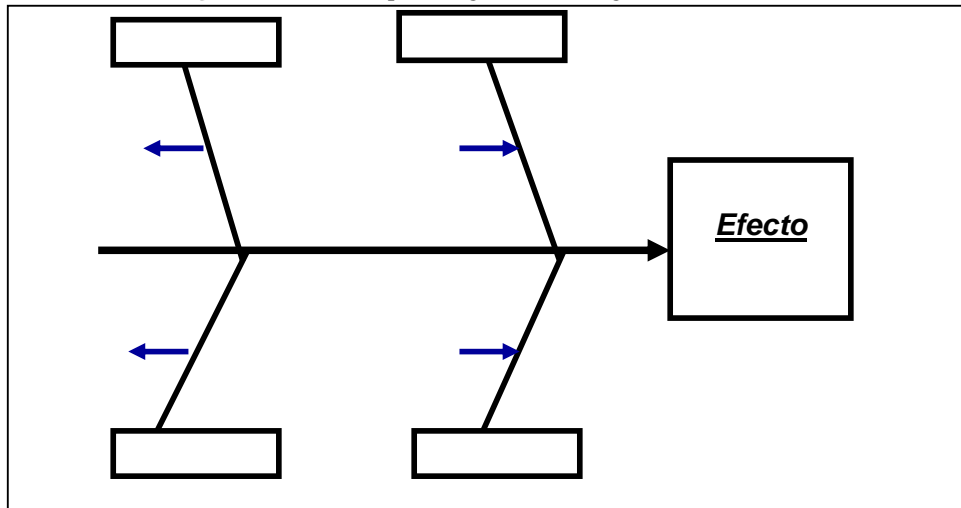
Figura N° 6. Categorías en el diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración Propia

3. Usando la técnica de Lluvia de Ideas o alguna otra, identificar las posibles causas y escribirlas junto a una flecha que indique la categoría sobre la que está actuando.

Figura N° 7. Causas por categoría en el diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Estudio de Tiempos

Burgos (2005), define el *Estudio de Tiempos* como una técnica para establecer un *Tiempo Estándar* para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, permitiendo las debidas tolerancias por fatiga, demoras inevitables y necesidades personales. El objetivo del *Estudio de Tiempos* no es determinar cuánto tarda un trabajo, sino cuánto debería tardar.

El *Tiempo Estándar* es una función del tiempo requerido para realizar una tarea:

1. Usando un método y equipo dado.
2. Bajo condiciones de trabajo específicas.
3. Por un trabajador que posea suficiente habilidad y aptitudes específicas para ejecutar la tarea en cuestión.
4. Trabajando a un ritmo que permita que el operario haga el esfuerzo máximo sin que ello le produzca efectos perjudiciales.

El *Tiempo Estándar* se expresa por la siguiente relación:

$$\mathbf{TE = TPS * Cv + Tolerancias}$$

Siendo:

TE = Tiempo Estándar

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado

Cv = Calificación de Velocidad

El producto TPS*Cv constituye el *Tiempo Normal* de ejecución; es decir, el tiempo que tarda un operario trabajando a Ritmo Normal.

El equipo básico mínimo para requerido para realizar un *Estudio de Tiempos* incluye: Cronómetro, tabla de cronometrado, formato de estudio de tiempos y calculadora.

3.2.3 Distribución en Planta por Producto

Distribución en Planta, según Gómez (2005) es el arreglo y localización de equipos de producción, maquinarias, centros de trabajo y recursos auxiliares y actividades (inspección, manejo de materiales, almacenajes y despacho) con el propósito de lograr la máxima eficiencia en la producción de bienes o en el suministro de servicios al consumidor.

Las causas que originan los problemas de distribución en planta son:

- Cambios en el diseño del producto.
- Adición de un nuevo producto.
- Cambios en el volumen de la demanda.
- Los recursos físicos se hacen obsoletos.
- Frecuentes accidentes en la planta.
- Ambiente de trabajo inadecuado.
- Cambios en la localización o concentración de los mercados.
- Programas de reducción de costos o de incremento de productividad.

Distribución por Producto: es aquella distribución en planta basada en el producto o los productos a elaborar, se caracteriza porque la ubicación de los equipos o las áreas de trabajo va a estar sujeta a la secuencia de las operaciones necesarias para la elaboración del producto.

Método de la Distribución en Planta Aproximada: si se dispone de un plano a escala de las instalaciones y máquinas, resulta muy cómodo hacer una distribución estimada con la utilización de ayudas gráficas por medio de computadoras, especialmente con ayuda del programa AUTOCAD.

Una buena distribución en planta proporciona las siguientes ventajas:

1. Suministra líneas definidas para el recorrido del trabajo.
2. Permite que se recorran distancias mas cortas.
3. Reduce el tiempo total de la fabricación.
4. Reduce la cantidad de trabajo en el curso de fabricación.
5. Disminuye las existencias de los almacenes.
6. Permite una utilización más eficiente de la mano de obra y de las instalaciones.
7. Reduce la cantidad de mano de obra.

3.2.4 Método REBA

Según Hignett (2000), lo define como una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

Aplicación del *Método REBA*:

La descripción de las características más destacadas del método REBA, orientarán al evaluador sobre su idoneidad para el estudio de determinados puestos.



- Es un método especialmente sensible a los riesgos de tipo músculo-esquelético.
- Divide el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente, y evalúa tanto los miembros superiores, como el tronco, el cuello y las piernas.
- Analiza la repercusión sobre la carga postural del manejo de cargas realizado con las manos o con otras partes del cuerpo.
- Considera relevante el tipo de agarre de la carga manejada, destacando que éste no siempre puede realizarse mediante las manos y por tanto permite indicar la posibilidad de que se utilicen otras partes del cuerpo.
- Permite la valoración de la actividad muscular causada por posturas estáticas, dinámicas, o debidas a cambios bruscos o inesperados en la postura.
- El resultado determina el nivel de riesgo de padecer lesiones estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención.

El método REBA evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente. Por tanto, para evaluar un puesto se deberán seleccionar sus posturas más representativas, bien por su repetición en el tiempo o por su precariedad. La selección correcta de las posturas a evaluar determinará los resultados proporcionados por método y las acciones futuras.

Como pasos previos a la aplicación propiamente dicha del método se debe:

- Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo.
- Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.

- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, bien mediante su captura en video, bien mediante fotografías, o mediante su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.
- Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. Por tanto, el evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electrogoniómetros u otros dispositivos de medición angular), o bien a partir de fotografías, siempre que estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos de vista).
- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos:

- División del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Puntuación individual de los miembros de cada grupo a partir de sus correspondientes tablas.
- Consulta de la Tabla A para la obtención de la puntuación inicial del grupo A a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
- Valoración del grupo B a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca mediante la Tabla B.
- Modificación de la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas) en función de la carga o fuerzas aplicadas, en adelante "Puntuación A".
- Corrección de la puntuación asignada a la zona corporal de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca) o grupo B según el tipo de agarre de la carga manejada, en lo sucesivo "Puntuación B".
- A partir de la "Puntuación A" y la "Puntuación B" y mediante la consulta de la Tabla C se obtiene una nueva puntuación denominada "Puntuación C".
- Modificación de la "Puntuación C" según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.
- Consulta del nivel de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondientes al valor final calculado.

Finalizada la aplicación del *Método REBA* se aconseja:

- La revisión exhaustiva de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad,

con el fin de orientar al evaluador sobre dónde son necesarias las correcciones.

- Rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas si los resultados obtenidos así lo recomendasen.
- En caso de cambios, reevaluación de las nuevas condiciones del puesto con el método REBA para la comprobación de la efectividad de la mejora.

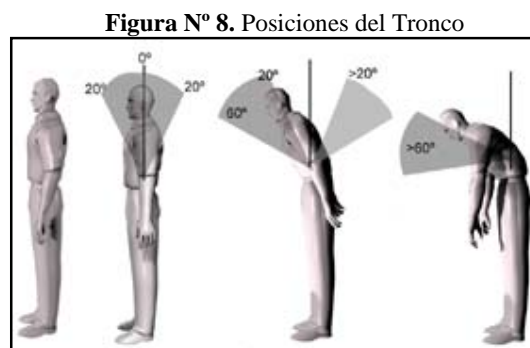
A continuación se detalla la aplicación del *Método REBA*:

Grupo A: Puntuaciones del tronco, cuello y piernas.

El método comienza con la valoración y puntuación individual de los miembros del grupo A, formado por el tronco, el cuello y las piernas.

Puntuación del tronco:

El primer miembro a evaluar del grupo A es el tronco. Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea con el tronco erguido o no, indicando en este último caso el grado de flexión o extensión observado. Se seleccionará la puntuación adecuada de la tabla 7.



Fuente: Hignett (2000)

Tabla N° 7. Puntuación del Tronco

Puntos	Posición
1	El tronco está erguido.
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.

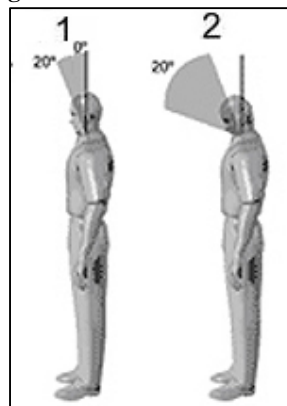
Fuente: Hignett (2000)

La puntuación del tronco se incrementará en 1 si existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Puntuación del cuello:

En segundo lugar se evaluará la posición del cuello. El método considera dos posibles posiciones del cuello. En la primera el cuello está flexionado entre 0 y 20 grados y en la segunda existe flexión o extensión de más de 20 grados.

Figura N° 9. Posiciones del Cuello



Fuente: Hignett (2000)

Tabla N° 8. Puntación del Cuello

Puntos	Posición
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
2	El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados.

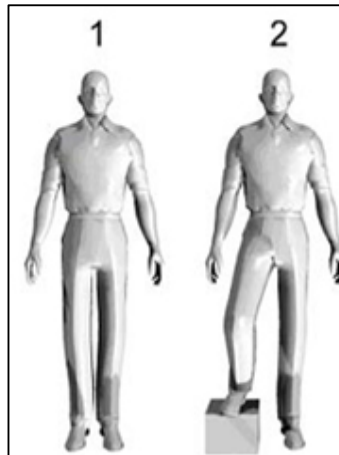
Fuente: Hignett (2000)

La puntuación calculada para el cuello podrá verse incrementada en una unidad si el trabajador presenta torsión o inclinación lateral del cuello.

Puntuación de las piernas:

Para terminar con la asignación de puntuaciones de los miembros del grupo A se evaluará la posición de las piernas. La consulta de la Tabla N° 9 permitirá obtener la puntuación inicial asignada a las piernas en función de la distribución del peso.

Figura N° 10. Posiciones de las Piernas



Fuente: Hignett (2000)

Tabla N° 9. Puntación de las piernas

Puntos	Posición
1	Soporte bilateral, andando o sentado
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable

Fuente: Hignett (2000)

La puntuación de las piernas se verá incrementada si existe flexión de una o ambas rodillas. El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado, el método considera que no existe flexión y por tanto no incrementa la puntuación de las piernas.

Las puntuaciones individuales obtenidas para el tronco, el cuello y las piernas (grupo A), permitirán obtener una primera puntuación de dicho grupo mediante la consulta de la tabla mostrada a continuación (Tabla N° 10).

Tabla N° 10. Puntación del Grupo A.

Tronco	cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fuente: Hignett (2000)

Grupo B: Puntuaciones de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca).

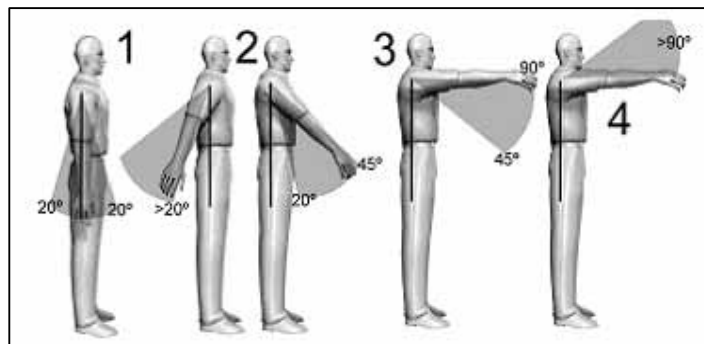
Finalizada la evaluación de los miembros del grupo A se procederá a la valoración de cada miembro del grupo B, formado por el brazo, antebrazo y la

muñeca. Cabe recordar que el método analiza una única parte del cuerpo, lado derecho o izquierdo, por tanto se puntuará un único brazo, antebrazo y muñeca, para cada postura.

Puntuación del brazo

Para determinar la puntuación a asignar al brazo, se deberá medir su ángulo de flexión. La figura N° 11 muestra las diferentes posturas consideradas por el método y pretende orientar al evaluador a la hora de realizar las mediciones necesarias. En función del ángulo formado por el brazo se obtendrá su puntuación consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla N° 11).

Figura N° 11. Posiciones de los Brazos.



Fuente: Hignett (2000)

Tabla N° 11. Puntuación de los brazos.

Puntos	Posición
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión.
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
4	El brazo está flexionado más de 90 grados.

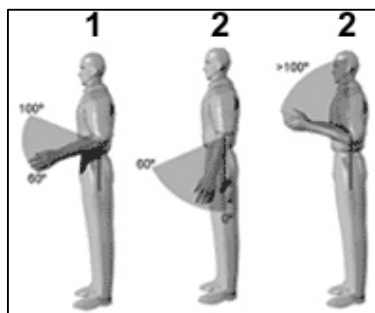
Fuente: Hignett (2000)

La puntuación asignada al brazo podrá verse incrementada en una unidad si el trabajador tiene el brazo abducido o rotado o si el hombro está elevado. Sin embargo, el método considera una circunstancia atenuante del riesgo la existencia de apoyo para el brazo o que adopte una posición a favor de la gravedad, disminuyendo en tales casos la puntuación inicial del brazo.

Puntuación del antebrazo

A continuación será analizada la posición del antebrazo. La consulta de la tabla N° 12 proporcionará la puntuación del antebrazo en función su ángulo de flexión, la figura 12 muestra los ángulos valorados por el método. En este caso el método no añade condiciones adicionales de modificación de la puntuación asignada.

Figura N° 12. Posiciones de los Antebrazos.



Fuente: Hignett (2000)

Tabla N° 12. Puntuación de los antebrazos.

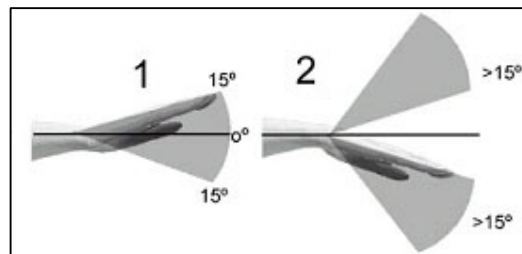
Puntos	Posición
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Fuente: Hignett (2000)

Puntuación de la Muñeca

Para finalizar con la puntuación de los miembros superiores se analizará la posición de la muñeca. La figura N° 13 muestra las dos posiciones consideradas por el método. Tras el estudio del ángulo de flexión de la muñeca se procederá a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados por la tabla N° 13.

Figura N° 13. Posiciones de las Muñecas.



Fuente: Hignett (2000)

Tabla N° 13. Puntuación de las muñecas.

Puntos	Posición
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados

Fuente: Hignett (2000)

El valor calculado para la muñeca se verá incrementado en una unidad si esta presenta torsión o desviación lateral.

La puntuación inicial para el grupo B se obtendrá a partir de la puntuación del brazo, el antebrazo y la muñeca consultando la siguiente tabla (Tabla N° 14).

Tabla N° 14. Puntación del Grupo B.

Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Fuente: Hignett (2000)

Puntuación de la carga o fuerza.

La carga o fuerza manejada modificará la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 Kg de peso, en tal caso no se incrementará la puntuación. La tabla N° 15 muestra el incremento al aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad. En adelante la puntuación del grupo A, debidamente incrementada por la carga, se denominará "Puntuación A".

Tabla N° 15. Puntación para la carga o fuerza.

Puntos	Posición
+0	La carga o fuerza es menor de 5 kg
+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Fuente: Hignett (2000)

Puntuación del tipo de agarre.

El tipo de agarre aumentará la puntuación del grupo B (brazo, antebrazo y muñeca), excepto en el caso de considerarse que el tipo de agarre es bueno. La tabla N° 16 muestra los incrementos a aplicar según el tipo de agarre. En lo sucesivo la puntuación del grupo B modificada por el tipo de agarre se denominará "Puntuación B".

Tabla N° 16. Puntuación del tipo de agarre.

Puntos	Posición
+0	Agarre Bueno. El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
+1	Agarre Regular. El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
+2	Agarre Malo. El agarre es posible pero no aceptable.
+3	Agarre Inaceptable. El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

Fuente: Hignett (2000)

Puntuación C

La "Puntuación A" y la "Puntuación B" permitirán obtener una puntuación intermedia denominada "Puntuación C". La siguiente tabla (Tabla N° 17) muestra los valores para la "Puntuación C".

Tabla N° 17. Puntuación C.

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Hignett (2000)

Puntuación Final

La puntuación final del método es el resultado de sumar a la "Puntuación C" el incremento debido al tipo de actividad muscular. Los tres tipos de actividad consideradas por el método no son excluyentes y por tanto podrían incrementar el valor de la "Puntuación C" hasta en 3 unidades.

Tabla N° 18. Puntación del tipo de Actividad Muscular.

Puntos	Actividad
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Fuente: Hignett (2000)

El método clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. A su vez cada rango se corresponde con un Nivel de Acción. Cada Nivel de Acción determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención.

El valor del resultado será mayor cuanto mayor sea el riesgo previsto para la postura, el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo (15), establece que se trata de una postura de riesgo muy alto sobre la que se debería actuar de inmediato.

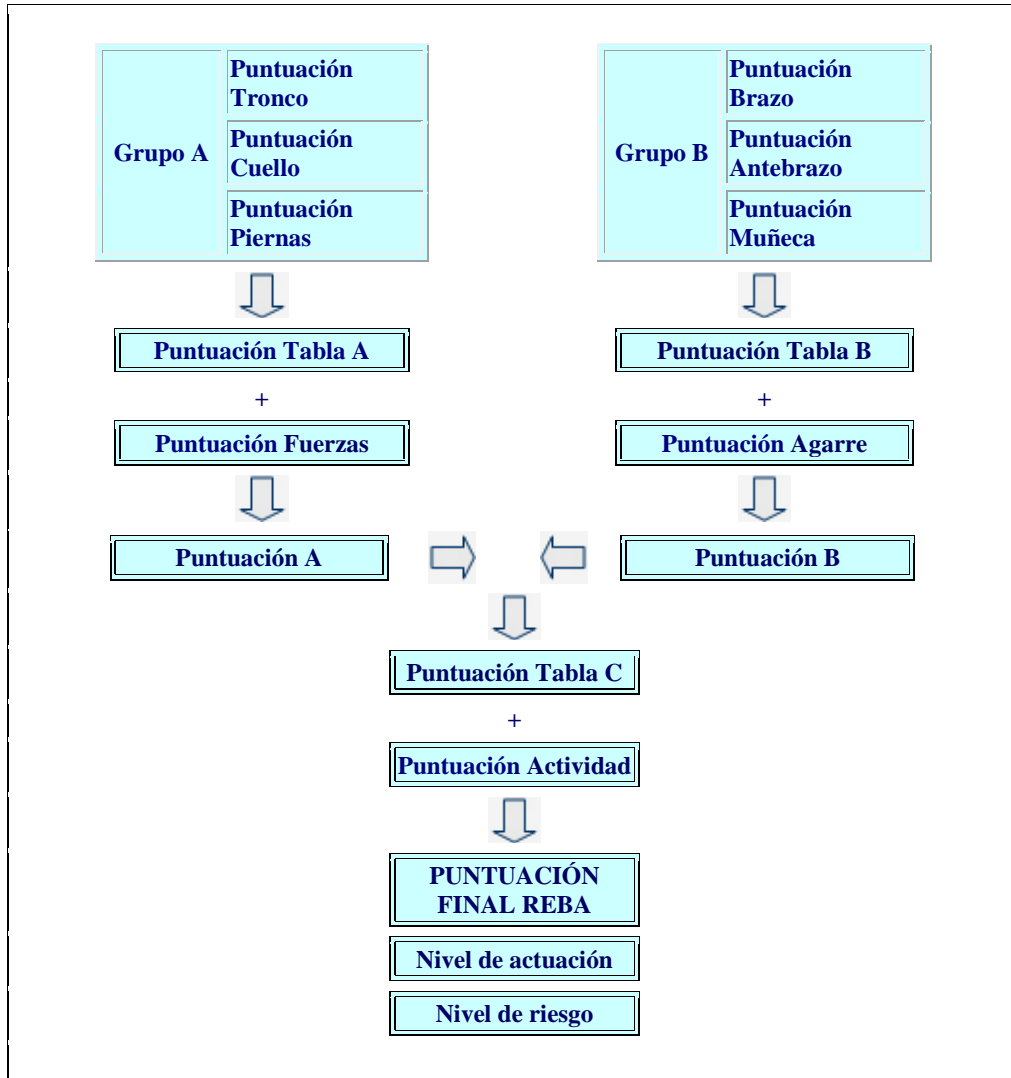
Tabla N° 19. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Hignett (2000)

El siguiente esquema sintetiza la aplicación del método:

Figura N° 14. Flujo de obtención de puntuaciones en el método REBA.



Fuente: Hignett (2000)

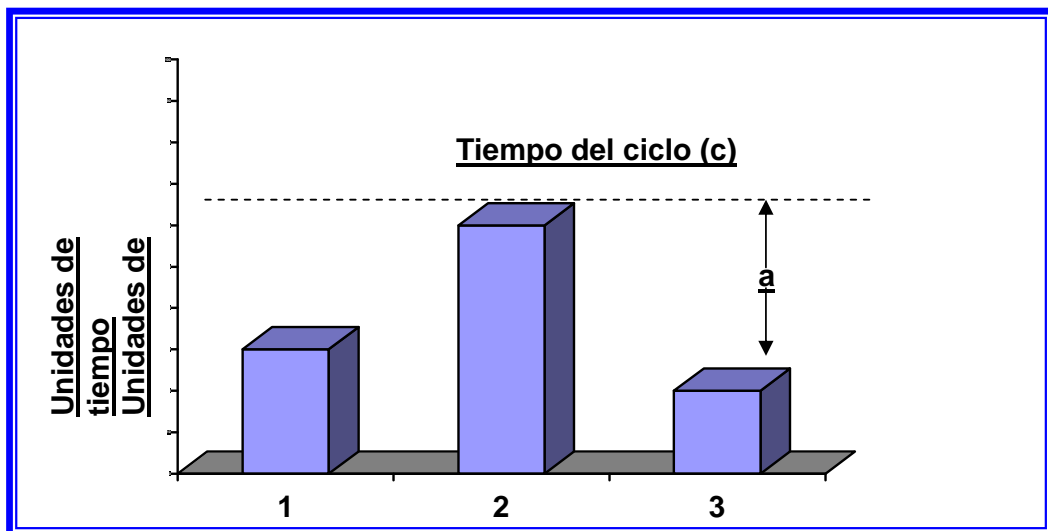
Cabe recordar que los pasos del método detallados se corresponden con la evaluación de una única postura. Para el análisis de puestos la aplicación del método deberá realizarse para las posturas más representativas. El análisis del

conjunto de resultados permitirá al evaluador determinar si el puesto resulta aceptable tal y como se encuentra definido, si es necesario un estudio más profundo para mayor concreción de las acciones a realizar, si es posible mejorar el puesto con cambios concretos en determinadas posturas o si, finalmente, es necesario plantear el rediseño del puesto.

3.2.5 Balance de Línea

Una línea de ensamble según Burgos (2005), es una serie de estaciones de trabajo colocadas en forma sucesiva. En cada una de ellas se realiza trabajo sobre el producto, bien añadiendo partes o complementando operaciones de ensamble. Para obtener balance en cada estación, a flujo continuo y uniforme en una línea, se hace necesario que los tiempos de procesamiento en todas las estaciones de trabajo sean iguales o muy parecidos.

Gráfico N° 1. Tiempo requerido para tres líneas de ensamble.



Fuente: Burgos (2005)

El gráfico anterior representa el tiempo requerido para realizar las operaciones asignadas a tres estaciones de trabajo. Estas tres estaciones pueden representar parte de una línea de producción o la línea completa. En la línea de producción ideal, balanceada, todas las estaciones de trabajo deberían procesar la misma cantidad de unidades de producto en la misma unidad de tiempo.

En el caso anterior, la estación N°2 es la operación “Cuello de Botella”. La estación N°3 tendrá algún tiempo libre disponible, representado por "a". Este tiempo libre es una medida del desbalance de la línea. El operario en la estación 3 no va a permanecer realmente ocioso al final de cada ciclo, sino que trabajará continuamente a un ritmo mas lento. Sin embargo, el efecto en términos de costo viene a ser el mismo que si permanece ocioso durante el tiempo "a" y trabajando a ritmo normal durante el tiempo (c-a).

El problema de Balance de líneas entonces, consiste en establecer medios para obtener tiempos iguales para todas las estaciones de trabajo y satisfacer la rata de producción deseada.

Es más difícil balancear una línea de fabricación que una línea de ensamble, ya que a menudo resulta mas difícil subdividir operaciones de maquinado. Sin embargo, es posible asignar trabajos diferentes a los operarios con tiempo disponible para así ayudar a aquellos con mayores asignaciones de trabajo.

Para **operaciones de ensamble**, es posible probar las siguientes formas de obtener balance:

1. Dividir las operaciones en elementos de trabajo y asignar grupos de estos elementos convenientemente a cada operario.
2. Asignar un grupo de operaciones a un grupo de operarios. Esto es practico en

- Líneas cortas con operaciones de ciclos cortos que son difíciles de dividir.
3. Los operarios con tiempo disponible pueden desplazarse con el trabajo, realizando varias operaciones o pueden ayudar en otras estaciones o en otras líneas.
 4. Mejorar operaciones. Los Estudios de Métodos constituyen una herramienta muy eficiente para mejorar este tipo de operaciones
 5. Almacenar material y ejecutar las operaciones más lentas en tiempo extra: Esta alternativa tiene las mismas desventajas establecidas para el caso de operaciones de conformación de materiales.
 6. Mejorar el rendimiento del operario, cuando es posible identificar la operación cuello de botella con el operario que la realiza. A veces puede hacerse necesario reemplazar al operario por otro más avezado o establecer un sistema de incentivos.

El Diagrama de Precedencias como una herramienta para el balance de líneas de ensamble

Hay un método para describir las relaciones de precedencia que permite un alto grado de visualización. Este método es el Diagrama de Precedencias, básicamente similar a los diagramas empleados por las técnicas PERT y CPM.

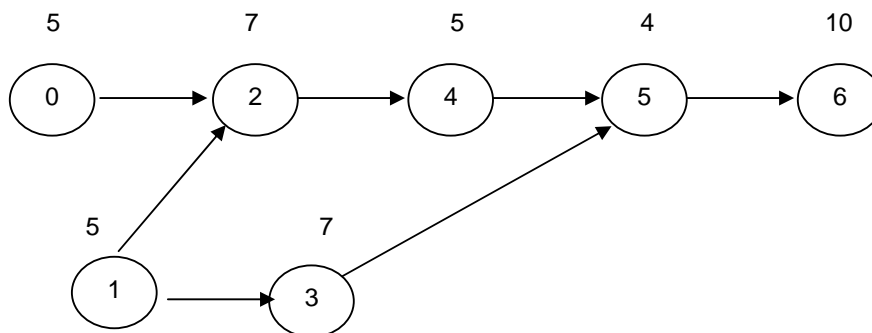
El Diagrama de Precedencias convierte la línea de ensamble en una representación que permite a una persona no familiarizada con la línea el balancearla por observación. Sin embargo, este diagrama debe ajustarse a las condiciones que prevalecen en la línea realmente debido a que algunas veces desde un punto de vista teórico, una restricción puede o no existir, pero en la línea real la condición existe impuesta por requerimientos industriales. El Diagrama de Precedencias muestra las restricciones técnicas impuestas sobre cada elemento.

Las restricciones de facilidades no pueden mostrarse directamente en el diagrama, pero pueden ser descritas usando esquemas.

Pasos requeridos para construir un Diagrama de Precedencias.

1. Enumerar todos los elementos de trabajo
2. Identificar los elementos mínimos racionales de trabajo
3. Registrar los tiempos elementales.
4. Enumerar todas las restricciones entre los elementos de trabajo:
 - a. Orden de componentes
 - b. Restricciones de posición
 - c. Restricciones de facilidades fijas
5. Dibujar a escala la línea de ensamble y el área que la rodea.
 - a. Mostrar la línea principal de ensamble
 - b. Mostrar líneas de subensambles que alimentan la línea principal.
 - c. Identificar facilidades fijas
 - d. Mostrar áreas de trabajo
 - e. Localizar áreas de almacenamiento
6. Hacer un diagrama preliminar
7. Construir el diagrama final.

El siguiente es un ejemplo de una Diagrama de procedencias sencillo:



Método de las Posiciones Ponderadas de Helgeson y Birnie.

Este método permite balancear una línea de trabajo utilizando la siguiente sistemática según Burgos (2005):

- Construir el Diagrama de Precedencias.
- Construir la Matriz de Precedencias, la cual es una presentación alternativa del Diagrama de Precedencias. La notación empleada es la siguiente:

+ 1: debe preceder

- 1: no debe preceder

0: indiferencia

- Calcular las Posiciones Ponderadas para cada unidad de trabajo.

Las Posiciones Ponderadas son el tiempo que se perdería si no se realiza la unidad de trabajo considerada, por ello son iguales a la suma de los tiempos de ejecución de la unidad en cuestión y de aquellas unidades a las cuales debe preceder dicha unidad.

- Establecer el Tiempo de Ciclo
- Asignar unidades de trabajo

El tiempo de operación de cada estación de trabajo no puede ser mayor al tiempo de ciclo. La asignación de las unidades de trabajo se hizo dando prioridad a aquellas unidades de trabajo con las mayores posiciones ponderadas. Las reglas de asignación son:



- A. Seleccionar la unidad de trabajo con la mayor Posición Ponderada y asignársela a la primera estación de trabajo.
- B. Calcular el tiempo no asignado para la estación de trabajo, calculando el tiempo acumulado de todas las unidades de trabajo asignadas a la estación y sustrayendo esa suma del tiempo de ciclo.
- C. Seleccionar la unidad de trabajo con la próxima Posición Ponderada alta e intentar asignarla a la estación de trabajo después de hacer las siguientes verificaciones:
 1. Cotejar la lista de unidades de trabajo ya asignadas. Si la unidad de trabajo de precedencia inmediata ha sido asignada, no se violará la relación de precedencia: por lo tanto se puede proceder al paso C2. Si la unidad de precedencia inmediata no ha sido asignada, proceder al paso D.
 2. Comparar el tiempo de la unidad de trabajo con el tiempo no asignado. Si el tiempo de la unidad de trabajo es menor que el tiempo no asignado a la estación de trabajo, asignar la unidad de trabajo y recalcular el tiempo no asignado. Si el tiempo de la unidad de trabajo es mayor que el tiempo no asignado, proceder al paso D.
- D. Continuar seleccionando y verificando hasta que se logre una de las siguientes condiciones:
 1. Todas las unidades de trabajo han sido asignadas.



2. No hay unidades de trabajo sin asignar que puedan satisfacer las restricciones de precedencia y menor que es tiempo no asignado.
- E.* Asignar la siguiente unidad de trabajo no asignada con la mayor Posición Ponderada a la segunda estación de trabajo y proceder con los pasos B a D.
- F.* Continuar asignando unidades de trabajo a estaciones de trabajo, hasta que todos hayan sido asignadas. En este punto se ha encontrado la solución al Balance de Líneas.

3.2.6 Metodología 5S

Esta metodología según Dorbessan (2001), tiene como objetivo la creación de lugares de trabajo más organizados, ordenados, limpios y seguros, es decir, un lugar de trabajo en el que cualquiera estaría orgulloso de trabajar. Mediante el conocimiento y la aplicación de esta metodología se pretende crear una cultura empresarial que facilite, por un lado el manejo de los recursos de la empresa, y por otro, la organización de los diferentes ambientes laborales, con el propósito de generar un cambio de conductas que repercutan en un aumento de la productividad.

El método de las 5 “S” fue elaborada por Hiroyoki Hirano, y se denomina así por la primera letra (en Japonés) de cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples:

Seiri (Separar)

En esta etapa, se trata de eliminar del lugar de trabajo todo aquello que no tenga su sitio o no sea necesario. Algunas normas ayudan a tomar buenas decisiones:

- Se tira lo que se usa menos de una vez al año.
- De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez al mes se aparta (por ejemplo, en la sección de archivos, o en el almacén en la fábrica).
- De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez por semana se aparta no muy lejos (típicamente en un armario en la oficina, o en una zona de almacenamiento en la fábrica).
- De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por día se deja en el puesto de trabajo.
- De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por hora está en el puesto de trabajo, al alcance de la mano.
- Y lo que se usa al menos una vez por hora se coloca directamente sobre el operario.

Seiton (Ordenar)

Esta etapa consiste en ordenar las diferentes herramientas y materiales para el trabajo. Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden, pero a menudo, el más simple es: Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar.

En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía.



Las normas de Seiton:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo (proximidad, objetos pasados vaciles de tomar o sobre un soporte)
- Definir las reglas de ordenamiento.
- Hacer obvia la colocación de los objetos.
- Los objetos de uso frecuente deben estar cerca del operario.
- Clasificar los objetos por orden de utilización.
- Estandarizar los puestos de trabajo.
- Favorecer la metodología “Primero que entra, Primero que sale” (sus siglas en inglés FIFO, First in First Out).

Seiso (Limpiar)

Una vez que el espacio de trabajo esta despejado y ordenado, es mucho mas fácil limpiarlo. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el malfuncionamiento de la maquinaria.

Normas para Seiso:

- Limpiar, inspeccionar, detectar las anomalías.
- Volver a dejar sistemáticamente en condiciones.
- Facilitar la limpieza y la inspección.
- Eliminar la anomalía en origen.

Seiketsu (Estandarizar)

Significa que se mantienen consistentemente la organización, orden y limpieza mediante un estándar o patrón para todos los lugares de trabajo tanto fabril como administrativos. Esto implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente.

Shitsuke (Disciplina)

Esta etapa contiene la calidad en la aplicación del sistema 5S. Si se aplica sin el rigor necesario, éste pierde toda su eficacia.

Es también una etapa de control riguroso de la aplicación del sistema: los motores de esta etapa son una comprobación continua y fiable de la aplicación del sistema 5S (las 4 primeras “S” en este caso) y el apoyo del personal implicado.

5S es una filosofía de trabajo que permite desarrollar un plan sistemático para mantener continuamente la clasificación, el orden y la limpieza, lo que permite de forma inmediata una mayor productividad, mejorar la seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la calidad, la eficiencia y, en consecuencia, la competitividad de la organización.

3.3 Definición de Términos Básicos

- **Horquilla de Bicicleta:** es la pieza de la dirección que sostiene la rueda delantera. Las horquillas pueden ser fijas o con suspensión.

- **Cuadro de Bicicleta:** El cuadro es el elemento fijo de la bicicleta. Se sujetan a ella todas las partes móviles y soporta y distribuye el peso del ciclista. Biomecánicamente es la parte más importante de la bicicleta, ya que según la forma y geometría, el ciclista conseguirá aplicar mejor la fuerza muscular y consecuentemente aumentará su rendimiento. Consta de un triángulo central formado por los tubos vertical, horizontal y oblicuo, y de un triángulo posterior formado por el dicho tubo vertical y los tirantes posteriores. Es el elemento más rígido de la bicicleta y puede ser construido en diferentes materiales. En la actualidad, los materiales son el acero en diferentes aleaciones, el aluminio y la fibra de carbono.
- **Manubrio:** es el volante de la bicicleta. Existe gran variedad de manubrios: el plano, el chopero, el manubrio en v, etc. La forma del manubrio tiene relación con la postura que se quiera adoptar para montar la bicicleta.
- **Ritmo Normal:** es la rata efectiva de ejecución de un operario consciente, calificado, cuando trabaja con un ritmo que no es ni muy rápido ni muy lento y prestando consideración adecuada a los requerimientos físicos, mentales o visuales del trabajo específico.
- **Tiempo del ciclo:** Es el tiempo que tarda el producto en cada estación de trabajo sobre la línea, cuando esta se mueve a un ritmo estándar ó 100% de eficiencia. El tiempo del ciclo es pues la cantidad de tiempo transcurrido entre unidades sucesivas, a medida que estas avanzan en la línea. Como se ve en el grafico, cuando la línea esta desbalanceada el tiempo del ciclo será el tiempo correspondiente a la operación cuello de botella, es decir, el tiempo máximo de operación.

CAPÍTULO V

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

5.1 Descripción de la Situación Actual

5.1.1 Descripción del Producto

Distribuidora Greco C.A. ofrece al mercado una gran variedad de bicicletas para niños y niñas, damas, caballeros y de alta competencia. El producto se obtiene a partir del ensamble de sus partes que son importadas de Taiwán. Entre los productos que ofrece la empresa destaca las bicicletas montañeras, cross, las de carrera, las de paseo, las infantiles y las estacionarias, todas ellas en diversos tamaños y colores. En general, se pueden clasificar los productos en bicicletas con cambios de velocidad o MTB y en bicicletas sin cambios o BMX.

El producto obtenido se subdivide en bicicletas 85% ensambladas (preensambladas) el cual abarca el 80% de la demanda y las bicicletas 100% ensambladas (corporativas). Las bicicletas preensambladas son empacadas dentro de cajas de cartón, cuyos accesorios como pedales, ruedas de seguridad, asiento, reflector, base para reflector, termo, tornillos y otros se colocan en una bolsa plástica sellada para luego introducirlo dentro de la caja junto a la bicicleta. En las siguientes figuras se observan el producto preensamblado y el 100% ensamblado.

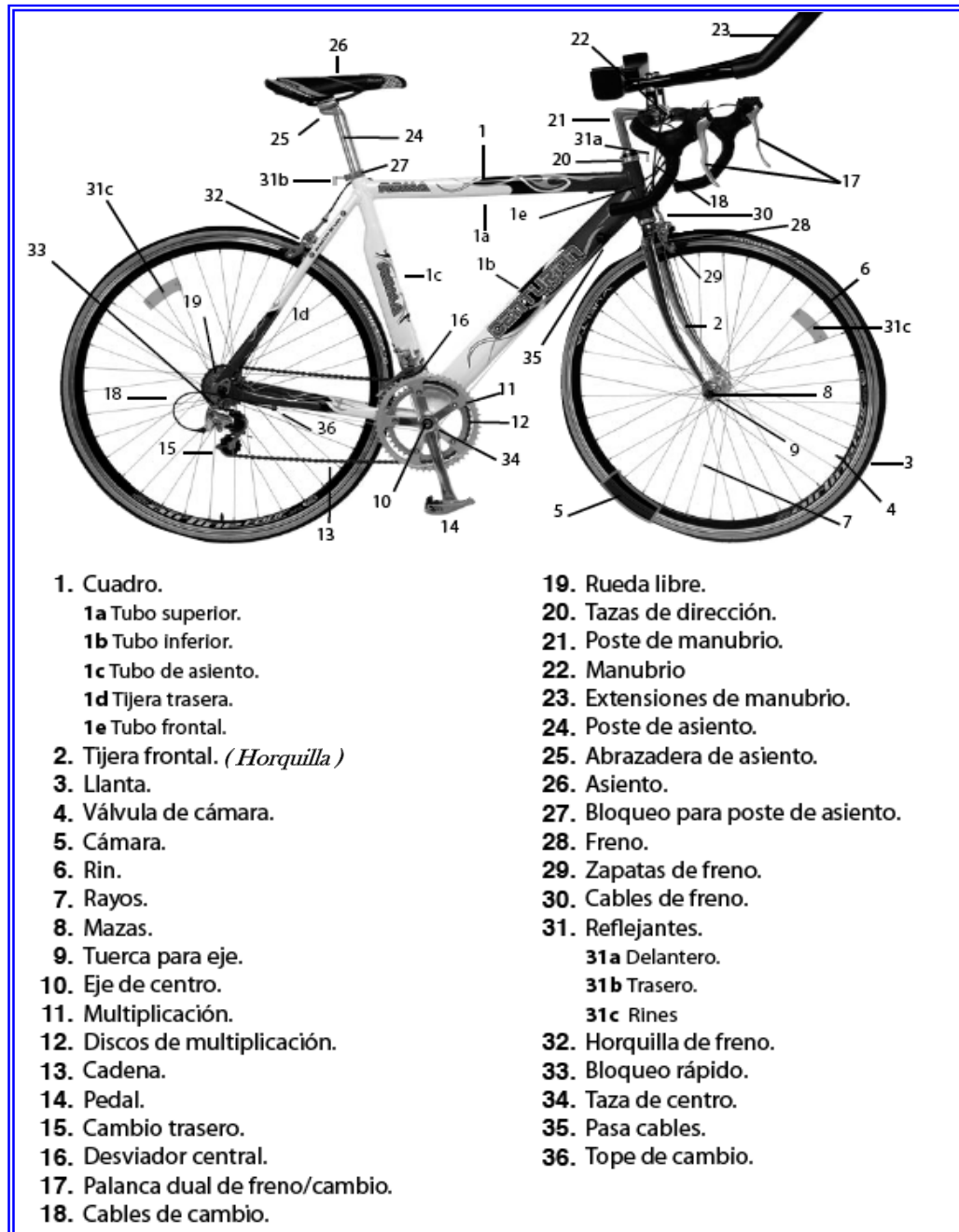
Figura N° 15. Producto final: Bicicleta Preensamblada y 100% ensamblada.



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta las partes que conforman una bicicleta.

Figura N° 16. Partes del Producto Final.



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Descripción de los Materiales e Insumos

A continuación se presenta la descripción y características de todos los materiales e insumos que son necesarios en cada línea de trabajo del área de ensamble y de empaque de bicicletas. Cabe destacar que los materiales e insumos varían dependiendo del modelo de bicicleta a ensamblar.

Tabla N° 20. Descripción de los materiales e insumos de la línea 1 del área de ensamble.






NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
Manubrio (1) 	Todos	<p>Es el volante de la bicicleta. Existe gran variedad de manubrios: el plano, el chopero, el manubrio en v, etc. La forma del manubrio tiene relación con la postura que se quiera adoptar para montar la bicicleta. Su longitud varía de 20 a 40cm.</p>
Palancas de Freno (2) 	Todos	<p>Son dos: uno para cada rueda. Los frenos están ubicados en el manubrio y es el trasero el que se usa con mucha mayor frecuencia. Con la mano derecha tendremos el control de la rueda trasera y con la mano izquierda el de la rueda delantera. Las palancas de freno suelen tener un tornillo que nos acerca hacia el puño o la aleja.</p>
Sistema de Potencia (1) 	BMX	<p>El Sistema de potencia une por un extremo al manubrio mediante 4 tornillos de 3cm, y por el otro extremo se encaja a la horquilla. El ángulo de la potencia y su longitud modifican considerablemente la posición y el comportamiento de la bicicleta. Este tipo de potencia se utilizan en las bicicletas tipo BMX y tienen una longitud de 15cm.</p>
Potencia (1) 	MTB	<p>La potencia une el manubrio y al poste mediante 4 tornillos de 3cm. El ángulo de la potencia y su longitud modifican considerablemente la posición y el comportamiento de la bicicleta. Este tipo de potencia se utilizan en las bicicletas tipo MTB y tienen una longitud de 15cm.</p>
Poste para potencia (1) 	MTB	<p>El poste sirve para unir la potencia y volante con la horquilla de la bicicleta a través de 2 tornillos de 3cm. La longitud del poste es de 15cm y un diámetro de 1,3cm. Solamente es utilizado en las bicicletas del tipo MTB.</p>

Tabla N° 20. Descripción de los materiales e insumos de la línea 1 del área de ensamble.
(Continuación)

NOMBRE (Cantidad)	MODELO (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
Palancas de cambios (2) 	MTB	<p>Son dos, y tienen una longitud de 8cm. Poseen unas guayas de cambio de 1m que la conectan con los descarriladotes.</p> <p>La palanca de cambios funcionan para modificar el tipo de fuerza y la frecuencia del pedaleo.</p> <p>Los cambios más duros mueven la cadena a un piñón más pequeño haciendo que cada pedaleo completo produzca un mayor movimiento en la rueda.</p>
Puño (2) 	Todos excepto: <i>Fabianna,</i> <i>Isabella</i> y <i>Ciclochamitos girls</i> <i>de tipo</i> <i>preensamblada</i>	<p>Se ajustan en los extremos del manubrio, sobre ella se colocan las manos por comodidad.</p> <p>Los puños, pueden ser de distintos materiales; los más usados suelen ser de goma, muy resistentes, y de esponja, más blandos y cómodos. Su longitud alcanza los 10cm.</p>
Cacho (2) 	<i>Elevation 1.2</i>	<p>Se ajustan en las puntas del manubrio y sirven para un mejor agarre.</p> <p>Con ellos nuestra posición en la bicicleta cambiará totalmente a la hora de subir.</p> <p>Son metálicos de colores diversos de 12cm de longitud con un ángulo de inclinación variable.</p>
Tirante (1) 	<i>Avadon</i>	<p>Se coloca en el centro del manubrio.</p> <p>Es de plástico resistente de 20cm de longitud.</p> <p>Se utiliza más que todo como adorno, aunque permite que el ciclista se apoye en el para girar el manubrio en vez de los puños.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 21. Descripción de los materiales e insumos de la línea 2 del área de ensamble.







NOMBRE (Cantidad)	MODELO (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
Cuadro (1) 	Todos	<p>El cuadro es el elemento fijo de la bicicleta. Se sujetan a ella todas las partes móviles, soporta y distribuye el peso del ciclista.</p> <p>Consta de un triángulo central formado por los tubos vertical, horizontal y oblicuo, y de un triángulo posterior formado por el dicho tubo vertical y los tirantes posteriores.</p> <p>Es de acero y su tamaño puede ser de 12", 16", 20" y 26".</p>

Tabla N° 21. Descripción de los materiales e insumos de la línea 2 del área de ensamble.
(Continuación)

NOMBRE (Cantidad)	MODELO (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
<p>Horquilla (1)</p> 	<p>Todos</p>	<p>Es la pieza de la dirección que sostiene la rueda delantera. Las horquillas pueden ser fijas o con suspensión. Su tamaño depende del tipo de bicicleta, con altura promedio de 40cm.</p>
<p>Eje Central (1)</p> 	<p>Todos excepto: <i>Fabianna,</i> <i>Isabella,</i> <i>Ciclochamitos</i> y <i>Electric</i></p>	<p>El eje de centro está elaborado de acero, de color gris oscuro y de 12,5cm de largo. En sus extremos tiene un segmento cilíndrico de rosca de 10mm de diámetro, seguidamente sigue un segmento plano de 3,5cm de largo y con cara cuadrada de 15mm de lado. Sirve para ajustar la biela y el plato de bicicleta.</p>
<p>Biela Central (1)</p> 	<p><i>Fabianna,</i> <i>Isabella,</i> <i>Ciclochamitos</i> y <i>Electric</i></p>	<p>Cumple la función del eje central y la biela al mismo tiempo. Solamente las bicicletas para niños la utilizan. Es de acero resistente y de forma de Z sin inclinación. El tubo central es de 10cm de longitud y 1cm de grosor. Los tubos laterales son de 11cm y con el mismo grosor.</p>
<p>Rueda libre (1)</p> 	<p><i>Fabianna,</i> <i>Isabella,</i> <i>Ciclochamitos</i> y <i>Electric</i></p>	<p>Cumple la función del plato. Solamente las bicicletas para niños la utilizan. Es de acero resistente. Compuesta por una rueda dentada ya que no poseen cambios. Su radio mayor es de 10cm.</p>
<p>Rodamientos (4)</p> 	<p>Todos</p>	<p>Los rodamientos tienen como función hacer que el eje central gire y a su vez los pedales de la bicicleta. Están elaborados de acero inoxidable y son de forma circular con diámetro interior de 1,8cm y exterior de 3cm. Los rodamientos poseen 9 bolas de acero cada una.</p>
<p>Tazas Centrales (2) con anillo de contratuerca (1)</p> 	<p>Todos</p>	<p>Las tazas centrales son de acero y de forma cilíndrica hueca y de rosca, tiene una altura de 1,2cm con diámetro en uno de los extremos de 3cm. En el otro extremo del cilindro roscado se encuentra fijado un aro hueco de acero de 2mm de espesor, diámetro interno de 2cm y diámetro externo de 3,8cm. El anillo de contratuerca está elaborado de acero y tiene como función reforzar la taza derecha en el agujero central del cuadro. Tiene forma de aro con rosca en su interior, con espesor de 3mm, diámetro interior de 3,5cm y exterior de 4,5cm. En el borde del anillo de contratuerca hay tres ranuras rectangulares de 2x5mm que permite sujetar el alicate para ser ajustada.</p>

Tabla N° 21. Descripción de los materiales e insumos de la línea 2 del área de ensamble.
(Continuación)

NOMBRE (Cantidad)	MODELO (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
Juego de Tazas de Dirección (2) con tuerca (1) 	Todos	<p>Las tazas de dirección están elaboradas de acero y es de color negro. Se coloca en la parte superior del tubo de dirección del cuadro y tiene forma de anillo de 2mm de espesor, 1.7cm de alto y diámetro de 4cm en un extremo y 2,7cm en el otro extremo.</p> <p>La tuerca está elaborada de acero y es de color negro. Sirve para sujetar correctamente la horquilla en el cuadro de la bicicleta. Tiene una forma compuesta por un anillo con rosca de 6mm de altura, diámetro interno de 2.3cm, diámetro externo de 2.7cm y cabeza hexagonal.</p>
Arandela (2) 	Todos	<p>La arandela está elaborada de acero y es de color negro. Se coloca junto con la tuerca. Tiene una forma de aro de 3mm de espesor con diámetro interno de 2,8mm y diámetro externo de 3,5cm.</p>
Soporte para cestas (1) 	<i>Fabianna, Isabella, Andreina y Ciclochamitos girls</i>	<p>Permite sujetar las cestas que vienen incluidas en las bicicletas para niñas. Es de metal de color gris. Tiene forma de L, en donde la parte inferior poseen un agujero que se introduce junto a las tazas de dirección para sujetarla.</p>
Base para Protector de cadena (1) 	<i>Fabianna, Isabella, Andreina, Ciclochamitos, Roadster, Electric y Shine Flash.</i>	<p>Permite sujetar el protector de cadenas. En algunos casos es de metal de color gris y en otros de plástico resistente de color negro. Tiene forma de rombo, en su centro hay un agujero de 2cm de radio que se introduce junto a las tazas centrales para sujetarla.</p>
Grasa Mecánica 	Todos	<p>La grasa mecánica es de color azul y es el único insumo que se necesita en la línea 2. Se dispone en un recipiente (1 Kg) sobre la mesa de trabajo y sirve para engrasar y darle fricción a los rodamientos para que cumplan bien su función.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Los materiales e insumos de la línea 3 o automatizada se presentan en la tabla N° 22 por cada estación, destacando que varían dependiendo del modelo, ya que el producto puede ser bicicletas preensambladas o corporativas.

Tabla N° 22. Descripción de materiales e insumos por estación de la línea 3 o automatizada.






	NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN I	Ensamble Cuadro-Horquilla (1) 	Todos	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Ensamble proveniente de la línea 2. ☒ Consta del cuadro unido a la horquilla de la bicicleta, además del eje central, tazas de direccionales, tazas centrales, etc.
	Ensamble Manubrio (1) 	Todos	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Ensamble proveniente de la línea 1. ☒ Consta del manubrio o volante de la bicicleta con los puños, palancas de frenos, palancas de cambios, etc.
	Frenos V-Brake (2) 	MTB	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Metálicos y de diversos colores, tiene una longitud de 10cm. ☒ En los frenos V-Brake la guaya del freno entra en una especie de puente que esta formado por las levas y que une estas dos, de tal forma que al accionar la palanca de freno actuamos con las dos zapatas a la vez sobre la llanta. ☒ Poseen dos tacos de color negro de goma dura que al hacer contacto con el caucho produce el frenado.
	U de Freno (2) 	BMX	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Metálicos y de diversos colores en forma de U, tiene una altura de 10cm y ancho de 8cm. ☒ La guaya del freno entra en una especie de puente que une estas dos, de tal forma que al accionar la palanca de freno actuamos con las dos zapatas a la vez sobre la llanta. ☒ Poseen dos tacos de color negro o blanco de goma dura que al hacer contacto con el caucho produce el frenado.
	Pasa Guayas con tornillo (1) 	MTB	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Sirve para introducir las guayas de los cambios, evitando que se enreden con la biela, pedales, etc. ☒ Tiene forma irregular de 3cm de largo por 2cm de ancho, con unos canales donde se introduce las guayas. ☒ De color negro y hecho de plástico resistente. ☒ Se une al cuadro mediante un tornillo de 2cm.

Tabla N° 22. Descripción de materiales e insumos por estación de la línea 3 o automatizada.
(Continuación)

	NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN II	Plato (1) a)  b) 	Plato a: BMX <i>excepto</i> <i>Fabianna,</i> <i>Isabella,</i> <i>Electric</i> y <i>Ciclochamitos</i> Plato b: MTB	Son los piñones delanteros. Usualmente de 44 - 34 - 22 dientes. El radio mayor del plato es variable, alrededor de los 15cm. Los platos, en combinación con los piñones y mediante la fuerza transmitida por nuestras pedaladas y a través de la cadena, nos permitirá afrontar, de distinta manera, el terreno sobre el que rodemos. Son de metal resistente y de diversos colores. Los platos para bicicletas MTB poseen varias ruedas dentadas, unas para cada cambio. Las BMX posee una sola rueda dentada ya que no poseen cambios.
	Biela (1) 	Todos <i>excepto:</i> <i>Fabianna,</i> <i>Isabella,</i> <i>Electric</i> y <i>Ciclochamitos</i>	Las bielas son las palancas que mueven los platos y deben ser adecuadas a nuestra altura. Generalmente son de 170 mm. o 175 mm. Las bielas giran gracias al eje central que va dentro del cuadro y que tiene una serie de rodamientos.
	Tapa de biela (2) 	Todos <i>excepto:</i> <i>Fabianna,</i> <i>Isabella,</i> <i>Electric</i> y <i>Ciclochamitos</i>	Permite cubrir las tuercas con que se ajustan la biela y el plato. De plástico y de color gris o negro. Circular de diámetro 2cm.
	Paral (1) 	Únicamente para bicicletas de tamaño 20" y 26"	De metal con punta de goma resistente. 20cm de longitud y de color gris metálico en la mayoría de los casos. Tiene un tornillo de 3cm, el cual permite ensamblarlo al cuadro de la bicicleta. Permite mantener la bicicleta erguida cuando el ciclista no esta sobre ella.

Tabla N° 22. Descripción de materiales e insumos por estación de la línea 3 o automatizada.
(Continuación)







	NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN III	Guaya de Freno (2) 	Todos	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Transfieren el movimiento de las palancas de freno a los frenos. Su revisión periódica es una cuestión de seguridad, en lo que a las guayas de freno se refiere. ☒ 1m de longitud y consta de una guaya de color gris muy delgada cubierta en un 50% por un forro de goma de color negro
	Forro de Cambio trasero (2) 	MTB	<ul style="list-style-type: none"> ☒ De goma y color negro de 50cm. ☒ Permite cubrir las guayas de cambio, protegiéndolas y dándole una mejor apariencia.
	Descarriladotes o Cambios (Central y Trasero) a)  b) 	<p><i>Cambios a:</i> MTB</p> <p><i>Cambios b:</i> BMX</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Sirve para cambiar la cadena de piñón. Se acciona desde el manubrio por medio de una guaya o cable de la palanca de cambios, deformando el paralelogramo que constituye su estructura principal. Adicionalmente, posee un tensor para controlar la holgura de la cadena. ☒ Los cambios se encargan de cambiar los piñones para adecuar nuestras fuerzas al terreno. ☒ Los cambios más duros mueven la cadena a un piñón más pequeño haciendo que cada pedaleo completo produzca un mayor movimiento en la rueda.
ESTACIÓN IV	Cadena (1) a)  b) 	<p><i>Cadena a:</i> MTB</p> <p><i>Cadena b:</i> BMX</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☒ La cadena, formada por pequeños eslabones, transmite la fuerza que proporcionamos desde los pedales a través de los platos y hasta los piñones. ☒ Existen dos tipos de cadenas. ☒ Las cadenas para bicicletas BMX poseen un perrito de 2cm con su respectivo eslabón que permite unir la cadena al momento de ser ensamblada ya que esta no viene unida. Las cadenas para MTB se unen a partir de una pistola neumática aprieta cadena sin necesidad del perrito. ☒ Su longitud varia dependiendo del tipo y modelo de bicicleta.

Tabla N° 22. Descripción de materiales e insumos por estación de la línea 3 o automatizada.
(Continuación)








	NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
	Rueda trasera 	Todos	<p>Está compuesta de una cubierta de caucho; en cuyo interior va una cámara, también de caucho; una llanta (aro generalmente metálico sobre el que se monta la cubierta), un buje central y los radios que conectan ambos.</p> <p>El tamaño de las ruedas está regido por la norma ISO 5775 y pueden ser de 12", 16", 20" y 26".</p>
	Piñón (1) a)  b) 	Piña a: MTB Piña b: BMX	<p>El piñón esta situada en la rueda trasera, encajada en el núcleo.</p> <p>Los piñones son un conjunto de ruedas dentadas similares a los platos pero en otras medidas, que en combinación con los platos y mediante la cadena, hace que nos desplacemos a una velocidad o a otra.</p> <p>Escogemos el piñón sobre el que vamos a rodar accionando la palanca que se sitúa en el lado derecho del manubrio.</p> <p>Los piñones para bicicletas MTB poseen varias ruedas dentadas (15cm radio mayor), una para cada cambio. Las BMX solamente tiene una rueda dentada de 9cm de radio mayor.</p>
	Protector de Piñón (1) 	Todos excepto: <i>Fabianna, Isabella, Electric y Ciclochamitos</i>	<p>De color blanco semi-transparente. Circular y de 10cm de diámetro. En el centro hay otro círculo de 5cm de diámetro.</p> <p>Como su nombre lo indica, permite proteger el piñón de cualquier sucio.</p>
	Reflector de ruedas (2) 	Todas las Corporativas excepto: <i>Fabianna, Isabella, Andreina, Electric, Roadste y Ciclochamitos</i>	<p>Se sujetan en las ruedas, para dar visibilidad en las noches o en lugares oscuros.</p> <p>Tiene forma de media luna truncada en las puntas, con unos tacos que se ajustan a los rayos de la rueda.</p> <p>De color amarillo, con una longitud de 10cm.</p>
ESTACIÓN V	Protector de cadena 	<i>Fabianna, Isabella, Andreina, Ciclochamitos, Roadster, Electric y Shine Flash</i>	<p>De diversos colores, tamaños y modelos.</p> <p>Permite proteger a la cadena de la bicicleta y al mismo tiempo darle un cierto atractivo a la misma.</p> <p>De plástico resistente.</p>
	Forro de freno 	Todos	<p>De goma y color negro de 20cm.</p> <p>Permite cubrir las guayas de freno, protegiéndolas y dándole una mejor apariencia.</p>

Tabla N° 22. Descripción de materiales e insumos por estación de la línea 3 o automatizada.
(Continuación)







	NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN VI	Acordeón 	Todos	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Metálico con cubierta de goma en un extremo. Tiene forma de media luna. ☒ En ella se introduce la guaya de freno, dándole una curvatura tal, que permite llegar al freno trasero de manera efectiva.
	Guaya de cambio delantero con forro 	MTB	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Transfieren el movimiento de las palancas de cambio a los descarriladores. ☒ 80cm de longitud y consta de una guaya de color gris muy delgada cubierta en un 50% por un forro de goma de color negro
	Pedales 	Todas las corporativas	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Sirven para accionar las ruedas por medio de la cadena, dándole a la bicicleta el movimiento. ☒ Se sitúan en el extremo de las bielas y pueden ser de plataforma simplemente (sin ningún tipo de sujeción), o pueden llevar los conocidos rástrales. ☒ Sus medidas son: 10x7x2cm. ☒ De plástico resistente con reflectores a los lados.
ESTACIÓN VII	Rueda delantera 	Todos	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Está compuesta de una cubierta de caucho; en cuyo interior va una cámara, también de caucho; una llanta (aro generalmente metálico sobre el que se monta la cubierta), un buje central y los radios que conectan ambos. ☒ El tamaño de las ruedas está regido por la norma ISO 5775 y pueden ser de 12", 16", 20" y 26".
	Ty-rap de 14" (2) 	Todas las preensambladas	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Transparente y de 14". ☒ Permite sujetar el manubrio y la rueda delantera al cuadro con el fin de reducir espacio e introducir el ensamble en las cajas de cartón.
	Tubo de asiento 	Todas las corporativas	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite unir el asiento con el cuadro de bicicleta. ☒ Puede regular la altura del asiento.

Tabla N° 22. Descripción de materiales e insumos por estación de la línea 3 o automatizada.
(Continuación)

	NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN VIII	Asiento con tornillo 	Todas las corporativas	<p>Es donde se sienta el ciclista.</p> <p>La amortiguación de los asientos es lo que evitará incómodas lesiones o golpes durante el ejercicio.</p> <p>Para su ensamble se necesita un tornillo de 3cm de largo con tuerca hexagonal.</p>
	Reflectores trasero y delantero con soportes 	Todas las corporativas excepto: <i>Fabianna, Isabella, Andreina, Electric, Roadster y Ciclochamitos</i>	<p>Sirven para iluminar la bicicleta.</p> <p>Consta de un reflector trasero en color rojo y uno delantero de luz blanca para las noches, serán muy útiles para ser vistos. Son rectangulares de 5x7cm.</p> <p>Los soportes son de plástico resistente, uno para cada reflector.</p>
	Guardafango 	<i>Elevation 1.0, 1.1 y 1.2, Andreina, Roadster y Ciclochamitos Boys</i>	<p>Los guardafangos delantero y trasero son especialmente útiles para después de un día de lluvia y cada vez que pasemos por una zona de charcos o barro, evitarán que nos manchemos la espalda y cualquier parte expuesta a las salpicaduras de las ruedas. Son de plástico resistente.</p> <p>Poseen una longitud de 35cm y sus colores varían dependiendo del modelo.</p>
	Elementos de soporte Guardafango 	<i>Elevation 1.0, 1.1 y 1.2, Andreina, Roadster y Ciclochamitos Boys</i>	<p>Conjunto de elementos necesarios para sujetar los dos guardafangos en la bicicleta.</p> <p>Consta de un soporte por guardafango de 7cm con cuatro agujeros en donde se introducen tornillos con sus tuercas y arandelas para su agarre.</p>

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 23 se presenta los materiales e insumos necesarios en la línea de empaque. Cabe destacar que solamente las **bicicletas preensambladas** son las que entran en dicha línea.

Tabla N° 23. Descripción de los materiales e insumos de la línea de empaque.

NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
<p>Bolsa Plástica (1)</p> 	<p>Todos</p>	<p>Bolsa plástica cuadrada y transparente de 20x20cm. En ella se introduce todos los accesorios no ensamblados en las líneas de ensamble. La bolsa plástica con los accesorios será colocada dentro de las cajas de cartón junto a la bicicleta preensamblada.</p>
<p>Pedales (2)</p> 	<p>Todos</p>	<p>Sirvan para accionar las ruedas por medio de la cadena, dándole a la bicicleta el movimiento. Se sitúan en el extremo de las bielas y pueden ser de plataforma simplemente (sin ningún tipo de sujeción), o pueden llevar los conocidos rástrales. Sus medidas son: 10x7x2cm. De plástico resistente con reflectores a los lados. Dispuestos en una caja de cartón de 30x20x15cm y capacidad 50 pedales.</p>
<p>Reflector de Rin (2)</p> 	<p>Todos excepto: <i>Fabianna,</i> <i>Isabella,</i> <i>Andreina,</i> <i>Electric,</i> <i>Roadster</i> y <i>Ciclochamitos</i></p>	<p>Se sujetan en las ruedas, para dar visibilidad en las noches o en lugares oscuros. Tiene forma de media luna truncada en las puntas, con unos tacos que se ajustan a los rayos de la rueda. De color amarillo, con una longitud de 10cm. Dispuestos en una caja de cartón de 30x20x15cm y capacidad 100 reflectores.</p>
<p>Asiento (1)</p> 	<p>Todos</p>	<p>Es donde se sienta el ciclista. La amortiguación de los asientos es lo que evitará incómodas lesiones o golpes durante el ejercicio. Para su ensamble se necesita un tornillo de 3cm de largo con tuerca hexagonal. Dispuestos sobre la mesa.</p>
<p>Tubo de asiento (1)</p> 	<p>Todos</p>	<p>Permite unir el asiento con el cuadro de bicicleta. Puede regular la altura del asiento. Dispuestos en una caja de cartón de 30x20x15cm y capacidad 50 unidades.</p>
<p>Estabilizadores de bicicletas (2)</p> 	<p><i>Elevation 1.0</i> y <i>1.1,</i> <i>Fabianna,</i> <i>Isabella,</i> <i>Electric, Shine</i> <i>Flash</i> y <i>Ciclochamitos</i></p>	<p>De plástico resistente y de diversos colores y modelos. Consta de dos ruedas de 10cm de diámetro mayormente y unos soportes que se ajustan al núcleo de la rin de la bicicleta. Dispuestos sobre la mesa.</p>

Tabla N° 23. Descripción de los materiales e insumos de la línea de empaque.
(Continuación)

NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
<p>Termo (1)</p> 	<p><i>Avadon, Pólux, Titan, Speed, Street y Faster</i></p>	<p>De color negro, elaborado de plástico y con capacidad para 500cc. Se colocan dentro del soporte de termo que se fija en el cuadro. Dispuestos en un caja de cartón de 36x22x15cm y capacidad 50 termos.</p>
<p>Soporte de termo (1)</p> 	<p><i>Avadon, Pólux, Titan, Speed, Street y Faster</i></p>	<p>De color negro, de metal con una cubierta plástica. Se fija en el cuadro, y dentro de él se coloca el termo. Dispuestos en un caja de cartón de 36x22x15cm y capacidad 50 unidades.</p>
<p>Reflector trasero y protector de cambio (1)</p> 	<p>Todos excepto: <i>Fabianna, Isabella, Andreina, Electric, Roadster y Ciclochamitos</i></p>	<p>Los reflectores sirven para iluminar la bicicleta. El reflector trasero de color rojo es muy útil para ser vistos. Son rectangulares de 5x7cm. Los protectores de cambios son de color negro, de metal con una cubierta plástica. Dispuestos en una caja de cartón de 30x20x15cm y capacidad de 50 unidades cada uno.</p>
<p>Reflector delantero con soporte (1)</p> 	<p>Todos excepto: <i>Fabianna, Isabella, Andreina, Electric, Roadster y Ciclochamitos</i></p>	<p>Los reflectores sirven para iluminar la bicicleta. El reflector delantero de luz blanca para las noches es muy útil para ser vistos. Son rectangulares de 5x7cm. Los soportes son de plástico resistente, uno para cada reflector. Dispuestos en una caja de cartón de 60x30x15cm y capacidad de 50 unidades cada uno.</p>
<p>Tornillos para soporte de termos, chupones y tornillos para asiento (1)</p> 	<p>Todos</p>	<p>Para su soporte del asiento se necesita un tornillo de 3cm de largo con tuerca hexagonal. Para su soporte del termo se necesita un tornillo de 2cm de largo con tuerca hexagonal. Los tapones son de color naranja, de plástico y permiten sujetar los reflectores en la rueda. Dispuestos en una caja de cartón de 60x30x15cm y capacidad de 50 unidades cada uno.</p>
<p>Puños (1)</p> 	<p><i>Fabianna, Isabella, y Ciclochamitos</i></p>	<p>Se ajustan en los extremos del manubrio, sobre ella se colocan las manos por comodidad. Los puños, pueden ser de distintos materiales; los más usados suelen ser de goma, muy resistentes, y de esponja, más blandos y cómodos. Su longitud alcanza los 10cm. Dispuestos en una caja de cartón de 30x20x15cm y capacidad de 50 puños.</p>

Tabla N° 23. Descripción de los materiales e insumos de la línea de empaque.
(Continuación)

NOMBRE (Cantidad)	MODELOS (Ver tabla N° 6)	DESCRIPCIÓN y USO
Protector de cuadro (1) 	<i>Fabianna e Isabella</i>	De diferentes colores y modelos. Elaborado de goma con cubierta plástica. Poseen cierre mágico, que permite introducirlo en el tubo principal del cuadro, con fines de adornar la bicicleta para niños. Dispuestos en una caja de cartón de 30x20x15cm y capacidad de 30 unidades.
Serpentina para bicicleta (2) 	<i>Fabianna, Isabella y Ciclochamitos girls</i>	De diferentes colores y modelos. Elaborado de plástico en la punta y papel metalizado brillante para la serpiente. Su punta permite introducirlo en los extremos del manubrio con fines de adornar la bicicleta para niñas. Dispuestos sobre la mesa.
Cesta de bicicleta (1) 	<i>Fabianna, Isabella, Andreina y Ciclochamitos girls</i>	De diferentes colores y modelos. Elaborado de plástico resistente. Unas ranuras que posee permite introducirlo en la base para cestas en el cuadro, con fines de adornar la bicicleta para niñas. Dispuestos sobre la mesa.
Bolso para bicicleta (1) 	<i>Fabianna e Isabella</i>	De diferentes colores y modelos. Elaborado de plástico. Con fines de adornar la bicicleta para niños. Dispuestos sobre la mesa.
Rollo de Etiquetas de Color (1) 	Todos	Permite identificar las cajas con el (los) color(es) de la bicicleta(s).
Tinta China 	Todos	Permite impregnar los sellos con los nombres de las bicicletas para identificar las cajas
Caja de Cartón (1) 	Todos	Dentro de la caja de cartón se introduce la bicicleta preensamblada Su tamaño depende del modelo de la bicicleta

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3 Descripción de Equipos y Herramientas

El proceso de ensamble y empaque de bicicletas involucra diversos equipos y herramientas que permiten la ejecución de las actividades en cada línea de trabajo, tal como se muestran en las siguientes tablas:

Tabla N° 24. Descripción de equipos y herramientas de la línea 1 del área de ensamble.

NOMBRE (Cantidad)	DESCRIPCIÓN y USO
<p><i>Pistola Neumática de llave allen 6mm (1)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar los tornillos de la potencia al manubrio ☒ Marca KAWASAKI ☒ Utiliza llave ale 6mm ☒ Color gris plomo
<p><i>Pistola Neumática (1)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar los tornillos de la manilla de cambios al manubrio ☒ Marca KAWASAKI ☒ Utiliza dado 9mm. ☒ Color gris plomo
<p><i>Llave Allen múltiple (1)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar los tornillos de los frenos al manubrio ☒ Sin marca ☒ 14cm de longitud. ☒ Color gris plomo
<p><i>Llave de boca 8mm (1)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite aflojar algún tornillo mal puesto. También ayuda a colocar el tirante. ☒ Marca ACESA ☒ 11cm de longitud. ☒ Color gris plomo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 25. Descripción de equipos y herramientas de la línea 2 del área de ensamble.

NOMBRE (Cantidad)	DESCRIPCIÓN y USO
<p>Alicate Mecánico de Boca Ajustable (1)</p> 	<p>Permite ajustar y apretar las tazas de dirección. Marca KAWASAKI Longitud de 24cm Color gris plomo con cobertura plástica de color rojo.</p>
<p>Pinza (1)</p> 	<p>Permite ajustar y apretar la contratuerca. Marca PARK Longitud de 117cm Color gris plomo con cobertura plástica de color rojo.</p>
<p>Llave de boca 30/32 y 36/40 (1)</p> 	<p>Permite girar y apretar las tazas centrales en el eje del cuadro Sin marca Boca 30/32 y 36/40 Color gris oscuro</p>
<p>Llave 36 y 41 (1)</p> 	<p>Permite girar y apretar las tazas centrales en el eje de los cuadros de tamaño pequeño. Marca ACESA Longitud de 36cm Color gris plomo</p>
<p>Martillo de Hierro (1)</p> 	<p>Permite ajustar mediante un golpe suave alguna taza mal ajustada Sin marca Longitud de 32cm Color gris oscuro</p>

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 26 se presentan los equipos y herramientas de la línea 3 o automatizada para cada una de sus estaciones.

Tabla N° 26. Descripción de equipos y herramientas por estación de la línea 3 o automatizada.




































	NOMBRE (Cantidad)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN I	Destornillador Eléctrico (1) 	 Permite ajustar los frenos al cuadro  Marca BOSCH  12 V  Color negro con azul oscuro
	Pistola Neumática con llave allen 6mm (1) 	 Permite apretar el tornillo del pasa guayas al cuadro.  Marca CH  Utiliza llave ale 6mm  Color gris plomo
	Llave Allen 6mm (1) 	 Permite apretar o aflojar de forma manual el tornillo del pasa guayas al cuadro  Sin marca  Forma de L de 10x4cm  Color gris oscuro
	Destornillador de Estría (1) 	 Permite apretar o aflojar cualquier tornillo tipo estría  Sin marca  Longitud de 15cm  Color gris oscuro con mango amarillo
ESTACIÓN II	Pistola Neumática con llave allen 8mm (1) 	 Permite apretar el tornillo del paral en el cuadro.  Marca CH  Utiliza llave ale 8mm  Color gris plomo
	Pistola Neumática con dado 9/16 (1) 	 Permite apretar la tuerca del plato y de la biela en el eje central del cuadro.  Marca CH  Utiliza dado 9/16  Color gris plomo
	Llave Allen 6mm (1) 	 Permite apretar o aflojar de forma manual el tornillo del paral  Sin marca  Forma de L de 10x4cm  Color gris oscuro

Tabla N° 26. Descripción de equipos y herramientas por estación de la línea 3 o automatizada.
(Continuación)







	NOMBRE (Cantidad)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN III	Llave de boca 8mm (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar las tuercas de los escariladores ☒ Marca STANLEY ☒ Longitud de 10cm ☒ Color gris plomo
	Llave de boca 9mm (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar las tuercas de la biela y plato si es necesario. ☒ Marca STANLEY ☒ Longitud de 13cm ☒ Color gris plomo
ESTACIÓN IV	Pistola Neumática aprieta cadena (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar la cadena de bicicleta ☒ Sin marca ☒ Altura de 25cm ☒ Color azul
	Aprieta cadena manual (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar de forma manual la cadena de bicicleta ☒ Sin marca ☒ Longitud de 20cm ☒ Color gris oscuro
	Alicate (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar o aflojar alguna tuerca de algún accesorio. ☒ Sin marca ☒ Longitud de 16cm ☒ Color gris plomo
	Tenaza (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite estirar o cortar la guaya para prensarla y quitar el sobrante ☒ Sin marca ☒ Longitud de 20cm ☒ Color gris oscuro

Tabla N° 26. Descripción de equipos y herramientas por estación de la línea 3 o automatizada.
(Continuación)











	NOMBRE (Cantidad)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN V	Pistola Neumática con dado 15 mm (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar o aflojar alguna tuerca de algún accesorio. ☒ Marca KAWASAKI ☒ Utiliza dado 15mm ☒ Color gris plomo
	Llave de boca 15mm (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar las tuercas de la rueda trasera al cuadro ☒ Marca STANLEY ☒ Longitud de 18cm ☒ Color gris plomo
	Llave de boca 17mm (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar las tuercas de la rueda trasera al cuadro ☒ Marca STANLEY ☒ Longitud de 20cm ☒ Color gris plomo
ESTACIÓN VI	Llave de boca 9mm (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar las tuercas tubo de asiento ☒ Marca STANLEY ☒ Longitud de 13cm ☒ Color gris plomo
	Pistola Neumática con dado 9mm (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar las tuercas del protector de cadenas ☒ Marca KAWASAKI ☒ Utiliza dado 9mm ☒ Color gris plomo con mango de color rojo
	Pinza (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite estirar o cortar la guaya para prensarla y quitar el sobrante ☒ Marca SHIMANO ☒ Longitud de 16cm ☒ Color gris plomo con mangos azul y verde





















Tabla N° 26. Descripción de equipos y herramientas por estación de la línea 3 o automatizada.
(Continuación)

	NOMBRE (Cantidad)	DESCRIPCIÓN y USO
ESTACIÓN VII	Llave de boca 10mm (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar la tuerca de la rueda delantera. ☒ Marca STANLEY ☒ Longitud de 14cm ☒ Color gris plomo
	Llave Allen múltiple (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite apretar los tornillos de los accesorios ☒ Sin marca ☒ 14cm de longitud. ☒ Color gris plomo
ESTACIÓN VIII	Mazo de goma (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite ajuste algún accesorios mediante un golpe suave ☒ Sin marca ☒ 22cm de longitud. ☒ Color marrón claro con mango negro
	Bomba de aire 1.5Hp (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permite inflar las ruedas y darle presión a las pistolas neumáticas que lo requieran ☒ Marca CAMPBELL HAUSFEL ☒ 1,5 Hp (6 galones) ☒ Color azul

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 27 se presentan los equipos y herramientas de la línea de empaque.

Tabla N° 27. Descripción de equipos y herramientas de la línea de empaque.

NOMBRE (Cantidad)	DESCRIPCIÓN y USO
<p><i>Engrapadora industrial (1)</i></p> 	<p>  Permite engrapar las cajas de cartón donde se colocan las bicicletas preensambladas  Marca CCC (CLINCHER STAPLER)  Tamaño grapa: 15mm  Color azul </p>
<p><i>Flejadora (1)</i></p> 	<p>  Permite colocar las flejas a la caja con la bicicleta para su resguardo  Marca JORES TECHNOLOGIES  Tamaño: 750x60x70cm  Color verde </p>
<p><i>Selladora (1)</i></p> 	<p>  Permite sellar las bolsas plásticas con los accesorios  Marca IMPULSE SEALER  Especificaciones: Peso 28kg; Power: 1200w (110v); Sealing lenght: 450x5mm  Color azul </p>
<p><i>Sellos (10)</i></p> 	<p>  Permite colocar el nombre del modelo de bicicleta sobre la caja.  Sin marca  Usa tinta china  Color rojo con mango gris </p>

Fuente: Elaboración Propia

Los equipos de manejo de materiales utilizados para el traslado de la materia prima al área de producción y del producto final al almacén de productos terminados se presentan en la tabla N° 28.

Tabla N° 28. Descripción de equipos de manejo de materiales.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN y USO
<p><i>Transpaleta (1)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">☒ Permite transportar las cajas con la materia prima desde el almacén temporal al área de producción☒ Marca TUV☒ Capacidad de 3.000Kg☒ Color negro y amarillo
<p><i>Carrucha (1)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">☒ Permite transportar las cajas con la materia prima desde el área de activación de materiales a cada línea de ensamble☒ Sin marca☒ Capacidad no especificada☒ Color rojo
<p><i>Montacargas (2)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">☒ Permite transportar las cajas con la materia prima desde el almacén de MP a un almacén temporal☒ Marca TOYOTA☒ Especificaciones: Capacidad: 5.708 libras (2950kg); Altura de la torre: 14m; Radio de giro: 4.2m; Altura máxima: 5m.☒ Color negro y naranja
<p><i>Banda Transportadora (1)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">☒ Permite transportar las cajas ya empacadas al almacén de productos terminados☒ No presenta especificaciones

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4 Descripción del Área de Trabajo

El Área de Trabajo en que se realizó el presente estudio corresponde al Área de Producción de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, el cual abarca una superficie de 21.5m de largo, 15.5m de ancho y 20m de alto. El área de producción está compuesta por el área de ensamble y la línea de empaque, en el cual los equipos presentan una distribución por producto. En las siguientes figuras se observan el área de ensamble y la línea de empaque.

Figura N° 17. Área de Ensamble de la empresa



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 18. Línea de Empaque de la empresa.



Fuente: Elaboración Propia

El área de ensamble consta de tres líneas, de las cuales dos son 100% manuales (líneas 1 y 2) y una automatizada. La línea automatizada depende de los ensambles de las otras dos líneas.

En la línea 1, conformada por una mesa de trabajo, ensamblan el volante o manubrio de la bicicleta con los frenos y palanca de cambios de velocidades. La mesa de trabajo tiene unas medidas de 224x90x77cm, y en ella laboran dos operarios. Una vez terminado el ensamble del manubrio, este se coloca sobre la mesa de trabajo hasta acumular unas veinte unidades. En la siguiente figura se observa la mesa de trabajo de la línea 1.

Figura N° 19. Línea 1 del área de ensamble.



Fuente: Elaboración Propia

En la línea 2 se ensamblan la horquilla con el cuadro de la bicicleta, además de otros componentes como las tazas centrales, rodamientos, eje central, anillo de contratuerca, tazas de dirección, tuerca y arandela; para ello se disponen de dos mesas de trabajo. La primera mesa de trabajo tiene unas medidas de 170x87x30xcm y en ella labora un operario, posee dos ejes de acero soldados en la parte superior para sujetar y girar el cuadro de la bicicleta al momento de ensamblar sus componentes, además, tiene una zanja soldada en la parte superior

de 140x17x5cm en el cual se colocan los recipientes, materiales, herramientas e insumos necesarios para el proceso de ensamble. En la siguiente figura se observa la mesa 1.

Figura N° 20. Mesa de trabajo 1 de la línea de ensamble 2.



Fuente: Elaboración Propia

La segunda mesa de trabajo de la línea de ensamble 2 posee unas medidas de 180x60x97cm y en ella labora un operario. En la siguiente figura se observa la mesa 2.

Figura N° 21. Mesa de trabajo 2 de la línea de ensamble 2.



Fuente: Elaboración Propia

Los materiales de pequeñas dimensiones que se necesitan en la línea 2 como las tazas centrales, rodamientos, eje central, anillo de contratuerca, tazas de dirección, tuerca y arandela se disponen sobre las mesas de trabajo sin ningún tipo de contenedor. Las horquillas se disponen en cajas de cartón con capacidad para 10 ensambles, estas cajas son trasladadas por el activador hasta la línea, sin embargo, los cuadros se disponen en un estante de 1.5x3x0.5m con una capacidad para 50 cuadros. En la siguiente tabla se muestra el estante para cuadros.

Figura N° 22. Estante para los cuadros.



Fuente: Elaboración Propia

La línea automatizada o línea 3 del área de ensamble consiste de un equipo de manejo mecánico de 15x0.81x0.66m que consta de una banda transportadora de acero con diez ejes soldados sobre ella, en dichos ejes se colocan las bicicletas semi ensamblada. Los ejes tienen una altura de 28cm y una separación entre ellos de 1.6m. Cada eje representa una estación de ensamble. En cada estación laboran uno o dos operarios, realizando cada uno actividades de ensamble en específico y diferentes de manera continua. Cada estación tiene una duración estándar de 60 segundos. En la siguiente figura N° 23 se observa la línea automatizada.

Figura N° 23. Línea Automatizada.



Fuente: Elaboración Propia

Algunos de los materiales necesarios en la línea automatizada como pasa guayas, tornillos, tuercas, forros de guayas, acordeones y las herramientas se colocan sobre la línea. Otros materiales como los frenos V-brake, descarriladores y reflectores se disponen en cajas de cartón con capacidad para 50 ensambles, estas cajas son trasladadas por el activador hasta la línea. Sin embargo, las bielas, platos, cadenas, párales y piñas se disponen en unos contenedores de acero de 1x0.5x0.38m con una capacidad para 12 unidades. A continuación se muestra dicho contenedor.

Figura N° 24. Contenedor línea 3.



Fuente: Elaboración Propia

El ensamble cuadro-horquilla proveniente de la línea 2 y que utilizado en la primera estación de la línea automatizada es colocado en un estante con capacidad para 50 unidades, este funciona como almacén temporal de productos en proceso. Dicho estante se muestra en la figura N° 25.

Figura N° 25. Estante ensamble cuadro-horquilla.



Fuente: Elaboración Propia

La línea de empaque consta de una mesa de trabajo de 2.25x0.9x0.75m, en donde se disponen de las bolsas plásticas y los accesorios para armar los kits que serán introducidos en las cajas con la bicicleta preensamblada, en ella labora un solo operario.

Otro operario se encarga del empaque de la bicicleta preensamblada en la caja y su etiquetado, para ello dispone de una selladora, engrapadora industrial, flejadora, sellos, etiquetas de color y otra mesa de trabajo de 150x60x90cm, posteriormente la caja es transportada al almacén de productos terminados mediante una banda transportadora mecánica de dimensiones 10m de largo, 70cm de ancho y un ángulo de inclinación de 15°. En las figuras N° 26 y 27 se observan las mesas de trabajo y la banda transportadora respectivamente.

Figura N° 26. Mesas de trabajo de la Línea de Empaque.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 27. Banda Transportadora de la Línea de Empaque.



Fuente: Elaboración Propia

El layout del área de producción se presenta en el *Apéndice 1*.

Para el área de producción de la empresa, la temperatura oscila entre 30°C y 32°C, por lo que se puede decir que la temperatura es aceptable. La misma está provista de tres ventiladores industriales (0.75 HP de potencia) colocados en el suelo.

La iluminación juega un papel importante dentro del ambiente de trabajo, pues facilita la visión de los elementos presentes en la empresa, permite a los operarios realizar las actividades en condiciones de confort, lo que conlleva a ser efectivo. En el área de producción existe iluminación tanto artificial como natural. En cuanto a la iluminación artificial cuenta con 15 lámparas cónicas fluorescentes distribuidas en forma uniforme.

El área de producción cuenta con dos tambores para depositar los desperdicios que se generan de la actividad laboral. Sin embargo se observa gran cantidad de cajas de cartón vacías y desperdicios en el suelo, produciendo recorridos innecesarios por parte de los operarios para esquivarlos. En la siguiente figura se muestran los desperdicios y cajas en el suelo.

Figura N° 28. Cajas de cartón y desperdicios en el área de producción.



Fuente: Elaboración Propia

La posición del operario para realizar el método de trabajo en todas las líneas es de pie. Por otro lado, los operarios no poseen equipos de protección personal como guantes y lentes, aunque no es una obligación por parte de la empresa, es conveniente la utilización de dichos equipos en todas las actividades de ensamble de bicicletas. Tanto los operarios como personal administrativo, supervisores e ingenieros utilizan botas de seguridad de forma obligatoria.

5.1.5 Descripción General del Proceso

El proceso de fabricación de bicicletas de la Empresa *Distribuidora Greco C.A.* empieza con la llegada de las partes a ensamblar provenientes de Taiwán. Las partes de bicicletas vienen contenidas en tres cajas de cartón (cajas tipo A, B y C) con una capacidad para 4 ensambles. Posteriormente son llevadas con un montacargas al almacén de materia prima. En la figura N° 29 se muestra el contenido de las cajas tipo A y B y en la figura N° 30 el almacén de materia prima.

Figura N° 29. Contenido cajas tipo A y B.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 30. Almacén de materia prima.



Fuente: Elaboración Propia

Los despachos de las bicicletas son por pedidos que realizan sus clientes con anticipación, para ello un operario traslada el pedido con un montacargas desde el almacén de materia prima a un almacén temporal (ver figura N° 31) ubicado a la entrada del área de producción. Posteriormente un operario las traslada al área de ensamble mediante una transpaleta con una capacidad para 20 cajas. En la figura N° 32 se ilustra el traslado de la materia prima al área de producción.

Figura N° 31. Almacén Temporal.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 32. Traslado de MP al área de producción.



Fuente: Elaboración Propia

Una vez colocadas las cajas con las partes de las bicicletas a ensamblar dentro del área de producción, un operario (*separador*) se encarga de separar cada pieza y las deposita en contenedores de cartón dispuestos en el suelo con

capacidad para 10 ensambles, tal como se ilustra en la figura N° 33. Las ruedas y los cuadros no se colocan en cajas, sino sobre el suelo y en un estante respectivamente.

Figura N° 33. El Separador.



Fuente: Elaboración Propia

Otro operario se encarga de trasportar cada contenedor con las piezas ya separadas a la línea de trabajo correspondiente con una carrucha como se aprecia en la figura N° 34. Las actividades de separación y traslado de la materia prima tienen un tiempo de duración promedio de 2 minutos con 20 segundos por bicicleta, equivalente a dos horas diarias. Esto provoca que las líneas se paren por falta de materiales, sin embargo, los operarios en ocio ayudan al separador a activar los materiales, reduciendo dicho tiempo en una hora

Figura N° 34. El operario traslada las partes a cada línea de ensamble.



Fuente: Elaboración Propia

El Área de Producción consta de tres líneas de ensamble, de las cuales dos son 100% manuales (líneas 1 y 2) y una automatizada. La línea automatizada depende de los ensambles de las otras dos líneas.

El producto obtenido en la línea 1 corresponde al ensamble del volante o manubrio de la bicicleta con los frenos y palanca de cambios de velocidades. El proceso de ensamble de la línea 1 se realiza en un tiempo promedio de 1.10min, y en ella laboran dos operarios. A continuación se presenta el producto obtenido en la línea 1. En la siguiente figura se observa el producto de la línea 1.

Figura N° 35. Producto obtenido en la línea de ensamble 1



Fuente: Elaboración Propia

En la línea 2 se obtiene el ensamble entre el cuadro y la horquilla de la bicicleta, además de otros componentes como las tazas centrales, rodamientos, eje central, anillo de contratuerca, tazas de dirección, tuerca y arandela. El proceso de ensamble de la línea 2 se realiza en un tiempo promedio de 3 minutos por cada par de ensambles, y en ella laboran tres operarios, dos en la mesa de trabajo 1 (estación 1) donde ensamblan los componentes del cuadro y uno en la segunda mesa (estación 2) de trabajo, en donde realiza el ensamble cuadro y horquilla. Cabe destacar que el tiempo de ensamble por unidad en cada mesa de trabajo de la línea 2 difiere en 50 segundos, ocasionando que una vez terminado el ensamble de la mesa de trabajo 1, el operario coloca dicho ensamble en el suelo debido que el

otro operario de la mesa 2 no ha terminado su trabajo, esta situación se presenta en la figura N° 36.

Figura N° 36. El operario de la mesa de trabajo 1 coloca en el suelo el ensamble, el operario de la mesa 2 la agarra para realizar su trabajo.



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se observa el producto terminado de la línea de ensamble 2.

Figura N° 37. Producto obtenido en la línea de ensamble 2



Fuente: Elaboración Propia

En la línea 3 o línea automatizada se ensamblan lo obtenido en las líneas anteriores con las demás piezas que constituyen la bicicleta, como las ruedas, asiento, luces, pedales, cadena, sistema de frenos y otros. El producto obtenido en esta línea es la bicicleta preensamblada (85% ensamblada) y la 100% ensamblada. El proceso de ensamble de la línea 3 se realiza en un tiempo estándar de 60 segundos, y en ella laboran diez operarios. En la siguiente figura se observa la bicicleta 100% ensamblada.

Figura N° 38. Bicicleta 100% ensamblada.



Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente, el 80% de las bicicletas (preensambladas) pasan a la línea de empaque, en ella son empacadas dentro de cajas de cartón. Los accesorios como pedales, ruedas de seguridad, reflectores y otros, no se ensamblan en la línea automatizada sino se colocan en una bolsa plástica sellada para luego introducirlo dentro de la caja con la bicicleta. En la figura N° 39 se observa el producto final preensamblado.

Figura N° 39. Producto final preensambladas.



Fuente: Elaboración Propia

El proceso de empaque se realiza en un tiempo 20 segundos, y en ella laboran tres operarios. Un operario se encarga de armar y sellar las bolsas de los accesorios de bicicletas, el cual consiste en introducir en una bolsa plástica los accesorios como pedales, ruedas de seguridad, asiento, reflector, base para reflector, termo, tornillos y otros, posteriormente sella las bolsas con una selladora. Otro operario se encarga de engrapar las cajas y sellarlas con una flejadora, mientras que el tercer operario le coloca la etiqueta y sello con el nombre correspondiente al modelo de bicicleta producida. El producto es llevado al almacén de productos terminados con la banda transportadora, donde un operario la recibe. A continuación se muestra el sellado, engrapado y flejado.

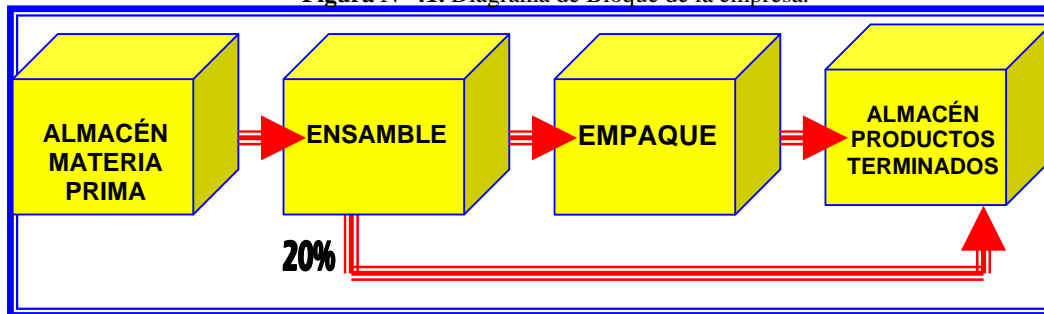
Figura N° 40. Sellado de bolsa con accesorios, engrapado y flejado de la caja.



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el Diagrama de Bloque de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*

Figura N° 41. Diagrama de Bloque de la empresa.



Fuente: Elaboración Propia

El proceso de ensamble de cada línea varía dependiendo del modelo de bicicleta a ensamblar, por ello de los 20 modelos de bicicletas que se ensamblan en empresa se pueden agrupar en 3 grandes familias en donde los procesos son similares. A continuación se presenta los modelos de bicicleta que representan cada una de las 3 familias.

Tabla N° 29. Modelos de bicicleta por cada familia.

FAMILIA	TIPO	MODELOS <i>(Ver tabla N° 6)</i>
I	MTB	<i>Avadon, Elevation, Injection, Hannibal, Pólux, Titan, Terminator, Faster, Speed,</i>
II	BMX	<i>Roadster, Street, Andreina, Fire,</i>
III	Infantiles	<i>Ciclochamitos girl, Ciclochamitos boys, Electric, Elevation 1.0, Shine Flash, Fabiana, Isabella</i>

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de ensamble de bicicletas de la empresa *Distribuidora Greco C.A.* para cada familia de modelos se presenta de forma detallada a través de los *Diagramas de Operaciones del Proceso* en el *Apéndice 2.*

5.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El análisis de la situación actual permite evidenciar los problemas presentes en el área de producción de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, cuantificarlos y evaluarlos a criterios de mejora continua, permitiendo generar alternativas de propuestas que permitirían corregirlos. Para ello se hace necesario conocer el proceso a fondo, hacer mediciones en él y establecer prioridades entre los problemas.

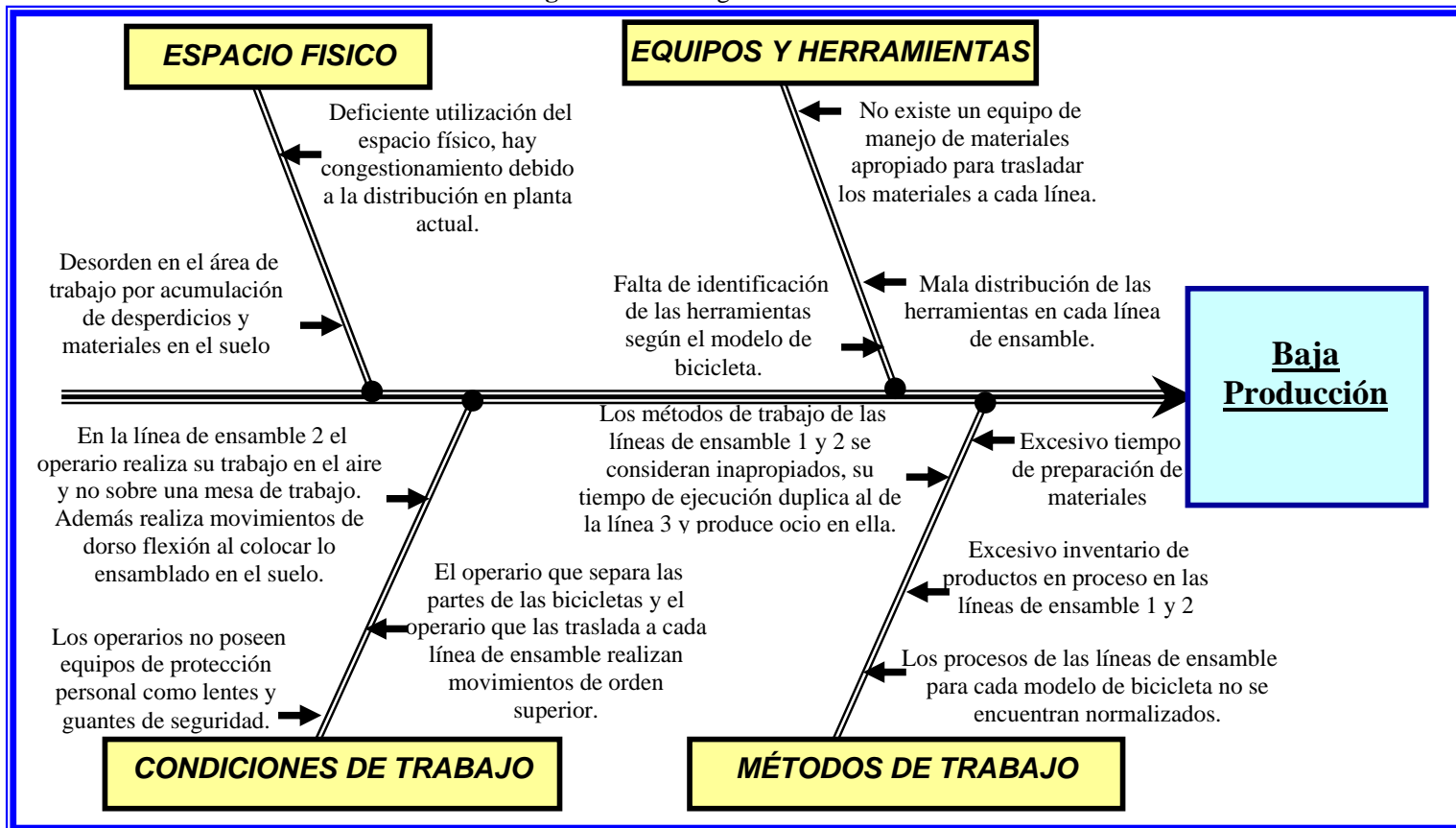
5.2.1 Diagrama Causa – Efecto

En la figura N° 42 se presenta el diagrama de *Ishikawa o Causa – Efecto*, donde puntualiza los problemas presentes en el área de producción de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, y por las cuales se llevaron a cabo los diversos estudios presentados más adelante en este capítulo, tales como estudio de recorridos, estudio de tiempo de las operaciones de ensamble, análisis ergonómico y balance de líneas.

En este diagrama se muestra otras situaciones irregulares observadas durante la ejecución de los diversos estudios y análisis.



Figura N° 42. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Análisis de Causas de Desperdicios

El Análisis de las Causas de Desperdicio se llevó a cabo realizando en forma consecutiva la pregunta ¿Por qué?, hasta que los autores estuvieran seguros de haber encontrado la(s) causa(s) raíz de cada desperdicio.

Antes de llevar a cabo dicho análisis, se identificó los desperdicios que se encontraron en el área de producción de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*

Tabla N° 30. Lista de Desperdicios del Área de Producción

ELEMENTO	DESPERDICIO
Insumos	<input type="checkbox"/> Manejo de materiales excesivo o inadecuado
Equipos y herramientas	<input type="checkbox"/> Paradas menores
Espacio	<input type="checkbox"/> Obstáculos <input type="checkbox"/> Desorden en el área de trabajo.
Mano de Obra	<input type="checkbox"/> Condiciones que provocan fatiga <input type="checkbox"/> Condiciones Inseguras
Actividades	<input type="checkbox"/> Excesivo Inventario de material en proceso. <input type="checkbox"/> Tiempo de Ocio Elevado.

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas siguientes se presenta el Análisis de las Causas de Desperdicio.

5.2.3 Estudio de Tiempos

El análisis de tiempo nace como herramienta para dar solución al establecimiento de estándares de tiempo en los procesos efectuados dentro del ámbito industrial; esta herramienta hace posible calcular el porcentaje de utilización y de ocio de un operario en la realización de una tarea mediante el establecimiento previo de un ciclo de trabajo estructurado; lo que permite realizar conclusiones sobre la cantidad de empleados necesarios para realizar una actividad, y que la misma posea una duración aceptable en el proceso.

Es indiscutible la importancia para todo tipo de empresa, la identificación de aquellas actividades que requiere una mayor atención, es decir las actividades cuellos de botella, este tipo de procesos poseen dos variables principales, una alta duración y gran cantidad de tareas, las que dificultan el flujo de la producción; estas variables antes mencionadas se encuentran relacionadas con los pasos previos a la conclusión del estudio de tiempo, en otras palabras, esta herramienta contribuye a la identificación de los cuellos de botella, función de gran relevancia para toda organización.

El estudio de tiempos se realizó mediante el método de cronometrado intermitente por ser éste un método que da directamente la duración de cada elemento de la operación. Para la realización de este estudio los investigadores se dedicaron a conocer a profundidad todas las actividades que comprenden los procesos de ensamble llevados a cabo en la línea y paralelamente hicieron un registro preliminar del tiempo de duración de cada uno de dichos procesos.

Por limitaciones de tiempo se realizaron solo 10 observaciones para cada operación, con una precisión (k) o grado de tolerancia permitido de 10% según criterio de los autores.

A continuación se presenta el estudio de tiempos de cada línea de ensamble de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, para las tres familias de modelos de bicicletas, las MTB, BMX e Infantiles.

6.3.1 Estudio de Tiempos de la Línea 1

Para la realización del estudio de tiempos de la Línea 1 (ensamble manubrio de la bicicleta con los frenos y palanca de cambios de velocidades), se registraron las observaciones en un Formato de Estudio de Tiempos.

En las tablas N° 35, 36 y 37 se muestra el resultado del estudio realizado en la línea 1 para las tres familias de modelos de bicicletas, en ellas se muestran el número de elementos por estación, una breve descripción de los mismos, los registros del tiempo de duración de cada elemento por el método intermitente, el total de observaciones realizadas (nótese que se excluyen las celdas sombreadas por ser no representativas), el tiempo promedio de duración de cada elemento y la desviación estándar.



Tabla N° 31. Análisis de causas de desperdicios.

DESPERDICIO	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?
Obstáculos	Los operarios no tienen un libre desplazamiento, provocando recorridos innecesarios de hasta 10 metros	Congestionamiento en el área de producción.	Hay deficiente utilización del espacio físico.	Los materiales y cajas de cartón están de forma desordenada alrededor de las líneas de ensamble	Hay mala distribución del área de ensamble
Desorden en el área de trabajo	Hay acumulación de materiales y desperdicios en el área de producción	El activador coloca algunos materiales en el suelo Los operarios colocan las cajas vacías de los materiales y otros desperdicios de forma dispersa en el área de producción	No hay en el área de ensamble estantes para algunos materiales como los manubrios, horquillas, etc. No hay un sitio fijo donde almacenar y retirar las cajas vacías		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 32. Análisis de causas de desperdicios.

DESPERDICIO	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?
Paradas Menores en las líneas de ensamble	Los operarios pierden 23.04min/día buscando las herramientas necesarias.	No conocen o no se acuerdan de las herramientas necesarias para cada modelo.	Actualmente la empresa cuenta con 20 modelos de bicicletas diferentes, no todos los modelos tienen procesos ni herramientas similares. No hay normalización de las actividades.	No existe ningún diagrama de operaciones ni formato estandarizado de las herramientas a usar por modelo de bicicleta.	
		Las herramientas están desordenadas sobre un estante	No hay identificación de las herramientas por tipo y/o tamaño en el estante		
Manejo de Materiales Excesivo e Inadecuado	El activador traslada cada caja de materiales en una carrucha o cargándola hacia cada línea de ensamble	El área de activación se encuentra a 15m de las líneas 1 y 2 de ensamble.	No existe un área de activación apropiada, cerca de las líneas y de la materia prima.		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 33. Análisis de causas de desperdicios.

DESPERDICIO	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?
Condiciones que provocan fatiga	En la línea de ensamble 2 el operario realiza su trabajo en el aire y no sobre una mesa de trabajo, provocando la inclinación de su tronco	No hay una mesa de trabajo adecuada que evite trabajar en el aire	No existe una plantilla o dispositivo de fijación		
	El operario que separa las partes de las bicicletas realiza movimientos de 5to orden o de orden superior.	El operario que realiza la actividad de separación usa el tronco para realizar su trabajo	Los materiales se colocan en contenedores de cartón ubicados en el suelo	No existe un área de activación adecuada con una mesa de trabajo y silla.	
	El operario que traslada los materiales a cada línea de ensamble realiza movimientos de 5to orden o de orden superior al cargar la caja.	Las cajas ya separadas se encuentran en el suelo y deben ser trasladadas a las líneas de ensamble	No existe un equipo adecuado de manejo de materiales que evite cargar las cajas y realizar movimientos de orden superior	.	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 34. Análisis de causas de desperdicios.

DESPERDICIO	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?
Condiciones Inseguras	Algunos procesos de ensamble utilizan pistolas neumáticas y herramientas de moderado tamaño	Son indispensables para las actividades de ensamble, pero pueden provocar accidentes laborales	Los operarios no utilizan equipos de protección personal como lentes y guantes	No son suministrados por la empresa	
Excesivo inventario de material en proceso en las líneas de ensamble 1	El tiempo de ensamble de la línea 2 es mayor al de las líneas 1 y 3 en 50 segundos y produce ocio en ella	Por el desbalance de personal en la línea de ensamble 2	Por el inadecuado diseño de la línea de ensamble 2	No está diseñada para incorporar de forma eficiente mas personal para reducir el tiempo de ensamble de dicha líneas	
Tiempo de Ocio	Hay tiempo de preparación de materiales Elevado	Los operarios de las líneas paran la producción cada 50 unidades ensambladas para buscar los materiales faltantes y ayudar al activador	El tiempo de separación y activación total por lote de 50 unidades es elevado (1 horas con 20 minutos)	Hay un solo operario encargado de la separación y uno solo para la activación	

Fuente: Elaboración Propia

Se tomará como ejemplo para los cálculos tipo a la familia de bicicletas MTB:

Paso 1: *Obtención del Tiempo Promedio Establecido por Elemento (TPS).*

Para determinar la duración promedio de cada elemento se sumaron todos los tiempos a excepción de aquellos tiempos considerados “no representativos” (sombreados), es decir, aquellos que varían en gran medida del resto, y se dividieron por el valor de la columna “N”.

Cálculos Tipo para el elemento unir poste con potencia:

$$T_{\text{prom elem}} = \frac{\sum Ti}{N}$$

$$T_{\text{prom elem}} = \frac{11.12+2381+209+1416+1788+1656+2204+1169+1331+2194}{10}$$

$$T_{\text{prom elem}} = \mathbf{17.34 \text{ seg.}}$$

Paso 2: *Obtención del Tiempo Promedio por Estación de la Línea 1.*

El Tiempo Promedio por Estación se obtiene sumando los valores de los TPS de los elementos correspondientes a cada estación.

$$T_{\text{prom Estación 1}} = \mathbf{42.97 \text{ seg.} = 0.72 \text{ min.}}$$

$$T_{\text{prom Estación 2}} = \mathbf{38.94 \text{ seg.} = 0.65 \text{ min.}}$$

Paso 3: Calculo del Tiempo Normal por Estación de la Línea 1.

En cada ciclo se calificó subjetivamente la velocidad de trabajo del operario y se sacó un promedio ponderado de la siguiente forma:

Tabla N°38. Calificación de la Velocidad por el método subjetivo de la Línea 1.

	Calificación de Velocidad	N° de Veces
Estación 1	140	3
	110	4
	100	3
	CV Ponderada 1	116%
Estación 2	120	6
	110	2
	105	2
	CV Ponderada 2	115%

Fuente: Elaboración Propia

$$\overline{CV1} = \frac{3 * (140) + 4 * (110) + 3 * (100)}{10}$$

$$\overline{CV1} = 116\%$$

Una vez realizado este cálculo se determinó el tiempo normal de cada estación, multiplicando la calificación de velocidad ponderada por el tiempo promedio de dicha actividad:

$$TN = T_{prom} * \overline{CV}$$

$$TN_1 = 0.72 * 1.16$$

$$TN_1 = 0.83 \text{ min./unidad.}$$

$$TN_2 = 0.65 * 1.15$$

$$TN_2 = 0.75 \text{ min./unidad.}$$

En la siguiente tabla se muestra los tiempos normales por estación para cada familia de modelos de bicicletas.

Tabla N° 39. Tiempos Normales por Estación de cada familia de bicicletas de la Línea 1.

	Familia	Tiempo Normal (min./unidad)
Estación 1	MTB	0.83
	BMX	0.51
	Infantiles	0.95
Estación 2	MTB	0.75
	BMX	0.59
	Infantiles	0.78

Fuente: Elaboración Propia

Paso 4: Obtención del Tiempo Estándar de cada Estación de la Línea 1.

Se determinó el tiempo estándar por estación de cada familia de modelos de bicicletas, asignándoles el 15% de tolerancias por necesidades personales, fatiga y demoras inevitables según estimaciones de la empresa.

$$TE = TN + Tolerancias$$

$$TE_1 = 0.83 * 1.15$$

$$TE_1 = 0.95 \text{ min. /unidad}$$

$$TE_2 = 0.75 * 1.15$$

$$TE_2 = 0.86 \text{ min. /unidad}$$

En la siguiente tabla se muestra los tiempos estándares para cada familia de modelos de bicicletas.

Tabla N° 40. Tiempos Estándar por Estación de cada familia de bicicletas de la Línea 1.

	Familia	Tiempo Estándar (min./unidad)
Estación 1	MTB	0.95
	BMX	0.59
	Infantiles	1.02
Estación 2	MTB	0.86
	BMX	0.68
	Infantiles	0.90

Fuente: Elaboración Propia

Se seleccionó el Mayor Tiempo Estándar por cada estación entre las familias de modelos de bicicletas como referencia para realizar los análisis y las comparaciones entre las estaciones, con el fin de determinar la existencia de un cuello de botella y proponer mejoras.

El Tiempo Estándar de la Estación 1 de la Línea 1 es:

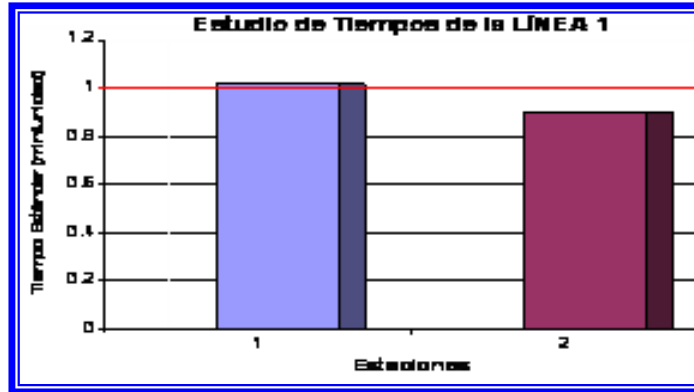
$$TE_1 = 1.02 \text{ min. /unidad}$$

El Tiempo Estándar de la Estación 2 de la Línea 1 es:

$$TE_2 = 0.90 \text{ min. /unidad}$$

En el gráfico N° 2 se representa gráficamente los Tiempos Estándar de las dos estaciones de la línea de ensamble 1:

Gráfico N° 2. Tiempos estándar de cada estación de la línea de ensamble 1.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico anterior se puede apreciar que la diferencia entre los tiempos estándar de las estaciones 1 y 2 de la línea de ensamble 1 es de 0.12 min/unidad (7.2 seg./unidad), siendo poco significativa. Además, la duración de cada estación es muy parecida al tiempo de producción establecido, de un ensamble por minuto, descartando la presencia de cuellos de botella en dicha línea.

Paso 5: Obtención del Nivel de Confianza del estudio de tiempos realizado en la Línea 1.

Para determinar el Nivel de Confianza del estudio de tiempos realizado, se cálculo para cada operación el valor de t_c a través de la siguiente expresión:

$$t_c = (k \cdot \sqrt{M \cdot TPS}) / SD$$

Posteriormente se obtuvieron los niveles de confianza para cada operación usando la tabla de probabilidades para la distribución t, se selecciono el menor nivel de confianza del estudio de tiempos para cada línea de ensamble.

En la tabla N° 41 se aprecia el nivel de confianza (NC) del estudio de tiempos de la línea de ensamble 1, dando como resultado que el 65,27% de los valores obtenidos no se desviaron del intervalo de confianza, lo que significa que en el 65,27% de los casos el valor verdadero del tiempo está dentro del grado de precisión establecido del 10%.

Tabla N° 41. Nivel de Confianza del estudio de tiempos de la Línea 1.

	Familia	Nivel de Confianza (%)
Línea 1	MTB	67,05
	BMX	67,71
	Infantiles	65,27
	<i>Nivel de Confianza</i>	65,27

Fuente: Elaboración Propia

6.3.2 Estudio de Tiempos de la Línea 2

Para la realización del estudio de tiempos de la Línea 2 (ensamble cuadro con horquilla y tazas), se registraron las observaciones en un Formato de Estudio de Tiempos.

En las tablas N° 42, 43 y 44 se muestra el resultado del estudio realizado en la línea 2 para las tres familias de modelos de bicicletas, en ellas se muestran el número de elementos por estación, una breve descripción de los mismos, los registros del tiempo de duración de cada elemento por el método intermitente, el total de observaciones realizadas (nótese que se excluyen las celdas sombreadas por ser no representativas), el tiempo promedio de duración de cada elemento y la desviación estándar.



Tabla N° 35. Estudio de Tiempos de la Línea 1. Familia de Modelos MTB.

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Modelos: MTB														Operario: Masculino				
Ensamble: Sub conjunto Manubrio (LÍNEA 1)														Método: Intermitente				
	Nº	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N	TPS	SD	tc	NC (%)	
	Estación 1	1	Unir poste con potencia	11,12	23,81	20,9	14,16	17,88	16,56	22,04	11,69	13,31	21,94	10	17,34	4,66	1,18	75,50
2		Ensamblar Manubrio al conjunto Poste Potencia	12,16	12,06	12,25	11,44	9,21	7,41	10,41	12,94	12,82	8,44	10	10,91	1,95	1,77	88,50	
3		Introducir manillas de freno al manubrio	6,28	17,6	10,19	7	3,38	3,78	5,41	3,93	3,34	4,34	9	5,29	4,43	0,38	67,05	
4		Introducir puños al manubrio	10,5	12,53	8,44	5,5	10,32	9,25	10,1	9,38	9,33	8,91	10	9,43	1,79	1,67	86,38	
														42.97				
Estación 2	5	Ajuste de manillas de freno	9,28	8,31	7,4	6,47	7,35	8,34	5,03	9,72	10,28	9,38	10	8,16	1,62	1,59	84,60	
	6	Introducir y ajustar manillas de cambio.	46,78	28,22	57,26	34,65	29,22	30,06	30,5	33,47	30,72	29,41	8	30,78	2,19	4,44	99,80	
														38.94				
Elaborado por: De Abreu-Hernández														Unidad: Segundos				
Fecha: 10 de Marzo 2008.																		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 36. Estudio de Tiempos de la Línea 1. Familia de Modelos BMX.

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Modelos: BMX														Operario: Masculino				
Ensamble: Sub conjunto Manubrio (LÍNEA 1)														Método: Intermitente				
Estación 1	Nº	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N	TPS	SD	tc	NC (%)	
	1	1	Unir poste con potencia	13,05	6,44	11,63	12,47	17,09	16,19	19,31	14,97	12,25	13,45	10	13,69	3,53	1,23	76,60
2	2	Ensamblar Manubrio al conjunto Poste Potencia	10,84	11,29	11,03	10,12	10,53	25,03	16,31	9,6	11,32	11,5	10	12,76	4,69	0,86	67,71	
														26.45				
Estación 2	4	Introducir manillas de freno al manubrio	2,78	2,87	3,09	3,35	3,97	2,44	4,27	3,63	3	3,75	10	3,32	0,58	1,81	89,49	
	5	Introducir puños al manubrio	14,72	14,22	14,47	12,22	20,72	18,16	13,31	15,1	17,78	12,9	10	15,36	2,69	1,80	89,27	
	6	Ajuste de manillas de freno	11,5	16,28	13,19	15,25	11,13	11,38	6,9	12,5	10,5	12,28	10	12,09	2,59	1,48	82,15	
														30.77				
Elaborado por: De Abreu-Hernández														Unidad: Segundos				
Fecha: 10 de Marzo 2008.																		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 37. Estudio de Tiempos de la Línea 1. Familia de Modelos Infantiles.

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Modelos: Infantiles													Operario: Masculino					
Ensamble: Sub conjunto Manubrio (LÍNEA 1)													Método: Intermitente					
Estación	Nº	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N	TPS	SD	tc	NC (%)	
	Estación 1	1	Colocar potencia en manubrio	59,34	27,15	25,06	20,22	26,62	20,94	31,09	29,12	21,62	62,03	8	25,23	11,15	0,72	65,27
2		Ajustar manillas de freno izq/dere manubrio	19,87	23,09	20,18	25,28	26,5	33,22	23,19	27,38	30,72	28,09	9	23,92	4,33	1,75	88,16	
													49,15					
Estación 2	3	Colocar papel protector en punta de manubrio	48,72	37,75	37,87	40,4	40,69	36,35	40,41	46,6	47,59	32,9	10	40,93	5,19	2,49	96,00	
													40,93					

Elaborado por: De Abreu-Hernández

Fecha: 10 de Marzo 2008.

Unidad: Segundos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 42. Estudio de Tiempos de la Línea 2. Familia de Modelos MTB.

Se tomará como ejemplo para los cálculos tipo a la familia de bicicletas MTB:

Paso 1: Obtención del Tiempo Promedio Establecido por Elemento (TPS).

Para determinar la duración promedio de cada elemento se sumaron todos los tiempos a excepción de aquellos tiempos considerados “no representativos” (sombreados), es decir, aquellos que varían en gran medida del resto, y se dividieron por el valor de la columna “N”.

Cálculos Tipo para el elemento enroscar tasas, rolineras y grasa al cuadro:

$$T_{\text{prom elem}} = \frac{\sum Ti}{N}$$

$$T_{\text{prom elem}} = \frac{56.29 + 51.85 + 59.97 + 42.69 + 43.32 + 56.16 + 41.09 + 57.5 + 62.28}{9}$$

$$T_{\text{prom elem}} = 54,35 \text{ seg.}$$

Paso 2: Obtención del Tiempo Promedio por Estación de la Línea 2.

El Tiempo Promedio por Estación se obtiene sumando los valores de los TPS de los elementos correspondientes a cada estación.

$$T_{\text{prom Estación 1}} = 127.92 \text{ seg.} = 2.13 \text{ min.}$$

$$T_{\text{prom Estación 2}} = 55.36 \text{ seg.} = 0.92 \text{ min.}$$

Paso 3: *Calculo del Tiempo Normal por Estación de la Línea 2.*

En cada ciclo se calificó subjetivamente la velocidad de trabajo del operario y se sacó un promedio ponderado de la siguiente forma:

Tabla N°45. Calificación de la Velocidad por el método subjetivo de la Línea 2.

Calificación de Velocidad		N° de Veces
Estación 1 (2 Operarios)	140	1
	130	4
	120	5
	CV Ponderada 1	126%
Estación 2	105	3
	100	4
	95	3
	CV Ponderada 2	100%

Fuente: Elaboración Propia

$$\overline{CV1} = \frac{1 * (140) + 4 * (130) + 5 * (120)}{10}$$

$$\overline{CV1} = 126\%$$

Una vez realizado este cálculo se determinó el tiempo normal de cada estación, multiplicando la calificación de velocidad ponderada por el tiempo promedio de dicha actividad. Cabe destacar que en la estación 1 laboran dos operarios de forma simultánea.

$$TN = T_{prom} * \overline{CV}$$

$$TN_1 = 2.13 * 1.26$$

$$TN_1 = 2.68 \text{ min./unidad}$$

$$TN_2 = 0.92 * 1.00$$

$$TN_2 = 0.92 \text{ min./unidad}$$

En la siguiente tabla se muestra los tiempos normales por estación para cada familia de modelos de bicicletas.

Tabla N° 46. Tiempos Normales por Estación de cada familia de bicicletas de la Línea 2.

	Familia	Tiempo Normal (min./unidad)
Estación 1	MTB	2.68
	BMX	2.16
	Infantiles	1.89
Estación 2	MTB	0.92
	BMX	0.91
	Infantiles	0.93

Fuente: Elaboración Propia

Paso 4: Obtención del Tiempo Estándar del Ensamble de la Línea 2.

Se determinó el tiempo estándar por estación de cada familia de modelos de bicicletas, asignándoles el 15% de tolerancias por necesidades personales, fatiga y demoras inevitables según estimaciones de la empresa.

$$TE = TN + Tolerancias$$

$$TE_1 = 2.08 * 1.15$$

$$TE_1 = 2.68 \text{ min. /unidad}$$

$$TE_2 = 0.92 * 1.15$$

$$TE_2 = 1.05 \text{ min. /unidad}$$

En la siguiente tabla se muestra los tiempos estándares para cada familia de modelos de bicicletas.

Tabla N° 47. Tiempos Estándar por Estación de cada familia de bicicletas de la Línea 2.

	Familia	Tiempo Estándar (min./unidad)
Estación 1	MTB	3.08
	BMX	2.48
	Infantiles	2.17
Estación 2	MTB	1.05
	BMX	1.04
	Infantiles	1.06

Fuente: Elaboración Propia

Se seleccionó el Mayor Tiempo Estándar por cada estación entre las familias de modelos de bicicletas como referencia para realizar los análisis y las comparaciones entre las estaciones, con el fin de determinar la existencia de un cuello de botella y proponer mejoras.

El Tiempo Estándar de la Estación 1 de la Línea 2 es:

$$TE_1 = 3.08 \text{ min./unidad}$$

En dicha estación laboran dos operarios en paralelo, permitiendo que cada 3.08 minutos se obtengan dos unidades en vez de una. En función de lo anterior se tomará como tiempo estándar lo siguiente:

$$TE_1 = 3.08 \text{ min.} / 2 \text{ unidades}$$

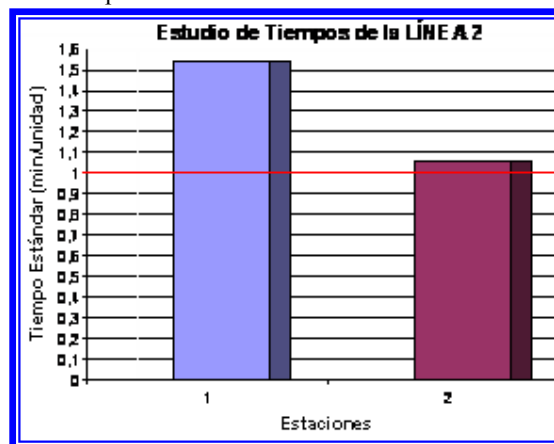
$$TE_1 = 1.54 \text{ min.} / \text{unidad}$$

El Tiempo Estándar de la Estación 2 de la Línea 2 es:

$$TE_2 = 1.06 \text{ min.} / \text{unidad}$$

A continuación se representa gráficamente los Tiempos Estándar de las dos estaciones de la línea de ensamble 2:

Gráfico N° 3. Tiempos estándar de cada estación de la línea de ensamble 2.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico anterior se puede apreciar que la diferencia entre los tiempos estándar de las estaciones 1 y 2 de la línea de ensamble 2 son significativas,

provocando ocio en la estación 2 de 0.48 minutos (28.8 segundos) por unidad ensamblada, es decir, 144 minutos diarios tomando la producción promedio de 250 bicicletas.

La duración de estación 2 difiere en 54min./unidad al tiempo de producción establecido, de un ensamble por minuto, siendo esta situación un cuello de botella que no permite la producción continua de las demás líneas y debe ser resuelta cuanto antes.

Paso 5: Obtención del Nivel de Confianza del estudio de tiempos realizado en la Línea 2.

Para determinar el Nivel de Confianza del estudio de tiempos realizado, se cálculo para cada operación el valor de t_c a través de la siguiente expresión:

$$t_c = (k \cdot \sqrt{M \cdot TPS}) / SD$$

Posteriormente se obtuvieron los niveles de confianza para cada operación usando la tabla de probabilidades para la distribución t, se selecciono el menor nivel de confianza del estudio de tiempos para cada línea de ensamble.

En la tabla N° 48 se aprecia el nivel de confianza (NC) del estudio de tiempos de la línea de ensamble 2, dando como resultado que el 66,82% de los valores obtenidos no se desviaron del intervalo de confianza, lo que significa que en el 66,82% de los casos el valor verdadero del tiempo está dentro del grado de precisión establecido del 10%.

Tabla N° 48. Nivel de Confianza del estudio de tiempos de la Línea 2.

Familia		Nivel de Confianza (%)
Línea 1	MTB	73,71
	BMX	66,82
	Infantiles	69,71
	Nivel de Confianza	66,82

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3 Estudio de Tiempos de la Línea 3

Para la realización del estudio de tiempos de la Línea 3 (ensamble de lo obtenido en las líneas 1 y 2 con accesorios), se registraron las observaciones en un Formato de Estudio de Tiempos.

En las tablas N° 49, 50 y 51 se muestra el resultado del estudio realizado en la línea 3 para las tres familias de modelos de bicicletas, en ellas se muestran el número de elementos, una breve descripción de los mismos, los registros del tiempo de duración de cada elemento por el método intermitente, el total de observaciones realizadas (nótese que se excluyen las celdas sombreadas por ser no representativas), el tiempo promedio de duración de cada elemento y la desviación estándar.



ESTUDIO DE TIEMPOS

Modelos: MTB

Ensamble: Cuadro - Horquilla (LÍNEA 2)

Operario: Masculino

Método: Intermitente

Estación 1 (2 Operarios)	Nº	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N	TPS	SD	tc	NC (%)	
	1		Enroscar tasas, rolineras y grasa al cuadro	56,29	51,85	59,97	70,8	42,69	43,32	56,16	41,09	57,5	62,28	9	54,35	8,02	2,14	96,82
2		Introducir eje central y tasas al cuadro	35,97	34,15	31,13	42,47	37,69	32,44	34,35	35,65	34,75	33,13	10	37,37	3,12	3,79	99,00	
3		Introducir y ajustar rolinera, tasas del brazo y contratuerca al cuadro	9,69	18	6,34	18,05	23,06	21,97	18,47	19,53	24,75	23,88	8	22,46	2,77	2,56	97,10	
4		Quitar protección del cuadro	5,44	14,03	12,09	13,34	14,75	7,5	9,5	14,75	17,72	5,66	7	13,74	1,64	2,65	97,50	
														127,92				
NC (%) Estación 2	5	Unir rolinera y grasa a la horquilla	21,28	9,22	9,51	20,13	9,72	9,65	9,05	10,75	9,44	9,19	8	9,60	1,78	1,70	87,04	
	6	Unir rolinera y tasa superior a el cuadro con orquilla	25,9	60,17	23,53	20,53	30,97	25,94	23,28	45,35	35,75	35,39	8	27,66	7,96	1,10	73,71	
	7	Introducir y ajustar anillo y tuerca al sub. Conjunto Cuadro-Horquilla	18	30,66	20,78	36,59	20,03	20,09	17,03	24,44	47,78	27,38	7	21,10	4,76	1,40	80,38	
														55,36				

Elaborado por: De Abreu-Hernández

Unidad: Segundos

Fecha: 10 de Marzo 2008.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 43. Estudio de Tiempos de la Línea 2. Familia de Modelos BMX.



ESTUDIO DE TIEMPOS

Modelos: BMX

Ensamble: Cuadro - Horquilla (LÍNEA 2)

Operario: Masculino

Método: Intermitente

Estación	Nº	Elemento	Tiempo (segundos)										N	TPS	SD	tc	NC (%)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Estación 1 (2 Operarios)	1	Enroscar tasas, rolineras y grasa al cuadro	56,29	51,85	59,97	70,8	42,69	43,32	56,16	41,09	57,5	62,28	9	54,20	14,30	1,20	75,93	
	2	Introducir eje central y tasas al cuadro	30,97	29,15	26,13	37,47	32,69	28,44	29,35	31,65	29,75	28,13	10	30,37	9,66	0,99	71,27	
	3	Introducir y ajustar rolinera, tasas del brazo y contratuerca al cuadro	5,69	8	6,34	8,05	13,06	11,97	8,47	9,53	14,75	13,88	8	9,97	3,31	0,95	70,38	
	4	Quitar protección del cuadro	15,44	9,03	7,09	8,34	4,75	1,5	9,5	11,75	7,72	5,66	6	8,08	2,83	0,90	69,27	
													102.62					
Estación 2	5	Unir rolinera y grasa a la horquilla	1,28	2	2,5	10,13	7,22	5,65	3,05	4,75	3,44	5,19	8	4,52	1,66	0,86	68,38	
	6	Unir rolinera y tasa superior a el cuadro con orquilla	25,9	60,17	23,53	20,53	30,97	25,94	23,28	45,35	35,75	35,39	8	27,66	11,04	0,79	66,82	
	7	Introducir y ajustar anillo y tuerca al sub. Conjunto Cuadro-Horquilla	18	30,66	20,78	36,59	20,03	20,09	17,03	24,44	47,78	27,38	8	22,30	8,86	0,80	67,04	
													54.48					

Elaborado por: De Abreu-Hernández

Fecha: 10 de Marzo 2008.

Unidad: Segundos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 44. Estudio de Tiempos de la Línea 2. Familia de Modelos Infantiles.

Se tomará como ejemplo para los cálculos tipo a la familia de bicicletas MTB:

Paso 1: Obtención del Tiempo Promedio Establecido por Elemento (TPS).

Para determinar la duración promedio de cada elemento se sumaron todos los tiempos a excepción de aquellos tiempos considerados “no representativos” (sombreados), es decir, aquellos que varían en gran medida del resto, y se dividieron por el valor de la columna “N”.

Cálculos Tipo para el elemento unir cuadro y manubrio:

$$T_{\text{prom elem}} = \frac{\sum Ti}{N}$$

$$T_{\text{prom elem}} = \frac{22.87 + 17.62 + 28.69 + 17.94 + 18.71 + 19.03 + 15.90 + 28.78 + 20.44 + 21.87}{10}$$

$$\mathbf{T_{\text{prom elem}} = 21.19 \text{ seg.}}$$

Paso 2: Obtención del Tiempo Promedio por Estación de la Línea 3.

El Tiempo Promedio por Estación se obtiene sumando los valores de los TPS de los elementos correspondientes a cada estación. En la tabla N°52 se muestran los tiempos promedios por estación de la línea 3.



ESTUDIO DE TIEMPOS

Modelos: Infantiles

Ensamble: Cuadro - Horquilla (LÍNEA 2)

Operario: Masculino

Método: Intermitente

Estación 1 (2 Operarios)	Nº	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N	TPS	SD	tc	NC (%)	
	1	1	Armar sistema central, plato-s	42,97	40,13	60,21	60,53	38,5	43,28	31,35	34,53	43,6	33,06	8	38,43	10,55	1,15	74,82
2	2	Insertar rolinera en plato-s	5,02	6	7,2	7,5	4,25	8,5	6,75	5,45	6,34	7,26	10	6,43	1,55	1,31	78,38	
3	3	Insertar plato-s, rolinera central, rosca guardapolvo y tuerca hexagonal en el cuadro	35,5	45,81	49,59	37,12	40,44	47,06	48,81	47,66	44,28	52,84	10	44,91	11,28	1,26	77,27	
														89,77				
Estación 2	4	Separar Horquilla de cuadro	19,4	9,53	16,81	11,87	12,06	12,19	23,09	10,12	9,21	8,19	10	13,25	4,54	0,92	69,71	
	5	Insertar rolinera de dirección posterior, apretar tasas de dirección y colocar soporte de cestas	38,5	30,35	29,28	34	25,72	33,21	32,32	24,22	31,9	32,75	8	32,79	8,01	1,29	77,93	
	6	Ajustar tuerca de dirección	8,25	9,4	9,38	6,62	11,59	10,5	11,38	9,28	10,25	15,19	10	10,18	2,18	1,48	82,15	
														56,22				

Elaborado por: De Abreu-Hernández

Fecha: 10 de Marzo 2008.

Unidad: Segundos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 49. Estudio de Tiempos de la Línea 3. Familia de Modelos MTB.



ESTUDIO DE TIEMPOS

Modelos: MTB

Ensamble: Ensamble de lo obtenido en las líneas 1 y 2

Operario: Masculino

Método: Intermitente

Estación	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N	TPS	SD	tc	NC (%)
1	Unir Cuadro y Manubrio	22,87	17,62	28,69	17,94	18,71	19,03	15,9	28,78	20,44	21,87	10	21,19	4,47	1,50	82,60
	Ensamblar el pasa guaya al cuadro	13,3	7,09	7,07	31,05	9,88	9,07	9,4	4,84	5,28	8,38	9	8,26	2,58	1,01	71,71
2	Ensamblar frenos V-brake en horquilla y parte trasera del cuadro	60,12	60,17	60,19	60,05	60,3	46,93	120,2	46,37	53,1	43,75	6	58,99	2,89	6,45	100
3	Unir la caja central del cuadro (Rueda corona y Biela)	20,66	9,09	28,16	42,9	17,93	20,15	17,87	31,32	17,16	22,03	7	20,57	3,78	1,72	87,49
	Unir simultáneamente dos tapas de Biela	9,06	9,27	5,72	3,69	8,41	3,28	3,91	5,53	11,13	6,9	8	6,97	2,39	0,92	69,71
	Despiece del paral	6	6,5	7,69	2,31	3,93	2,25	5,06	4,26	2,34	3,25	10	4,36	1,92	0,72	65,27
	Unir paral al cuadro	18	29,13	22,75	15,78	22,69	14,19	26,16	35,54	16,25	16,54	8	19,05	4,26	1,41	80,60
4	Colocar cambios trasero en horquilla trasera	38,9	44,45	24,89	17,39	22,97	28,5	9,85	9,72	23,04	24,78	6	23,60	3,64	2,05	94,82
	Ensamblar descarrilador en el centro del cuadro	14,94	36,68	19,72	34,12	16,25	17,91	48,19	23,63	28,22	55	6	20,11	15,21	0,42	68,60
	Introducir forros de guaya en la guía	60,51	59,00	60,56	120,2	58,81	59,24	55,70	120,1	59,84	120,1	7	59,09	0,14	133,3	100
5	Introducir cadena desde el riel de cambio trasero al descarrilador	13,63	31,93	60,07	40,1	23,03	35,75	29,3	55,22	29,6	31,57	7	31,61	5,36	1,86	90,60
	Ajustar cadena alrededor del disco de cambio	25,63	11,97	11,84	16,56	9,31	5,05	9,56	13,66	11,53	10,24	8	11,83	2,39	1,56	83,93
	Desajustar parcialmente tuercas de rueda	2,99	5,88	9,87	9,31	7,1	19,34	7,19	5,63	19,03	7,22	8	6,90	2,16	1,01	71,71
6	Ensamblar rueda en horquilla trasera	18,66	22,22	22,03	23,25	36,82	30,19	23,72	29,28	21,06	21,25	7	21,74	1,56	4,40	99,90
	Introducir guaya por el descarrilador	28,94	15,75	17,38	21,97	12,91	28,5	22,84	32,47	29,53	27,66	5	18,17	4,20	1,37	79,71
	introducir el forro al cambio trasero	25,53	49,12	21,81	26,94	25,92	34,5	57,09	50,47	42,87	41,85	7	31,35	8,43	1,18	75,49
	Introducir protector de guayas por las vías del cuadro en V-brake trasero	14,41	15,65	13,16	13,66	14,4	14,97	10,16	11,72	16,47	12,31	10	13,69	1,91	2,27	99,71
7	Introducir guaya por V-brake delantero y ajustar	60,28	60,15	60,31	120,3	56,79	48,72	60	60,04	60,37	60,27	9	58,55	3,86	4,79	99,93
8	Desajustar manubrio del juego de dirección	6,81	5,35	6,59	5,27	4,91	4,81	5,5	5,9	4,62	11,88	9	5,53	0,77	2,27	99,71
	Amarrar manubrio con Ty-rap al cuadro	10,59	28,9	13,78	15,47	11,13	11,22	8,94	11,5	12,32	10,88	9	13,47	1,90	2,24	99,04
	Amarrar rueda delantera con Ty-rap al cuadro	29,66	15,18	25,82	24,1	22,18	15,25	18,57	20,5	19,91	22,28	10	21,35	4,52	1,49	82,37
	Colocar bicicleta en caja	5,4	17,78	5	10,47	9,29	9,6	15,06	9,27	7,98	6,12	8	7,89	2,11	1,18	75,49

Elaborado por: De Abreu-Hernández

Fecha: 10 de Marzo 2008.

Unidad: Segundos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 50. Estudio de Tiempos de la Línea 3. Familia de Modelos BMX.



ESTUDIO DE TIEMPOS

Modelos: BMX

Ensamble: Ensamble de lo obtenido en las líneas 1 y 2

Operario: Masculino

Método: Intermitente

Estación	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N	TPS	SD	tc	NC (%)
1	Unir Cuadro y Manubrio	17,35	15,9	16,93	20,34	24,31	41,13	19,50	17,87	23,53	14,34	9	18,90	3,36	1,78	88,82
	Ensamblar el pasa guaya al cuadro	4,37	4,36	5,22	6,4	7	6,31	5,40	8,47	8,06	4,99	10	6,06	1,45	1,32	78,60
2	Ensamblar frenos V-brake en horquilla y parte trasera del cuadro	24,5	30,25	30,59	37,47	30,94	35,03	34,22	34,25	35,25	30,4	10	32,29	3,71	2,75	97,05
3	Unir la caja central del cuadro (Rueda corona y Biela)	13,41	15,9	16,93	20,34	24,31	41,13	19,50	17,87	23,53	14,34	9	18,46	3,81	1,53	83,27
	Unir simultáneamente dos tapas de Biela	2,69	4,25	4,17	2,97	2,87	2,91	3,47	2,44	3,22	4,22	10	3,32	0,67	1,57	84,15
	Despiece del paral	12,71	13,75	10,63	9	0,12	11,31	9,10	9,85	12,53	12,07	10	10,11	3,85	0,83	67,71
	Unir paral al cuadro	5,9	11,46	6,12	5,62	14,56	21,53	12,53	12,34	19,32	14,5	6	14,49	3,67	1,25	77,04
4	Introducir forros de guaya en la guía	52,22	48,47	56,48	42,9	52,03	70,56	57,93	56,38	50,62	54,38	10	54,20	9,59	1,79	89,04
5	Introducir cadena	23,38	23,47	23,93	26,47	31,25	42,53	37,44	42,31	34,28	25,26	10	31,03	7,68	1,27	77,55
	Ajustar cadena alrededor del disco de cambio	4,75	3,75	3,31	2,25	4,71	4,62	3,78	3,59	2,56	5,35	10	3,77	1,01	1,18	75,49
	Desajustar parcialmente tuercas de rueda	10,1	18,72	26,82	8,89	10,88	9,16	20,25	14,88	20,69	12,04	10	15,24	6,09	0,79	66,82
6	Ensamblar rueda en horquilla trasera	24,5	18,78	24,47	30,34	30,59	15,37	17,40	36,69	16,16	22,54	10	23,68	7,09	1,05	72,60
	Introducir protector de guayas por las vías del cuadro en V-brake trasero	14,41	15,65	13,16	13,66	14,4	14,97	10,16	11,72	16,47	12,31	10	13,69	1,91	2,27	99,71
7	Introducir guaya por V-brake delantero y ajustar	60,28	60,15	60,31	120,2	56,79	48,72	60	60,04	60,37	60,27	10	64,72	19,86	1,03	72,15
8	Desajustar manubrio del juego de dirección	6,81	5,35	6,59	5,27	4,91	4,81	5,5	5,9	4,62	11,88	9	5,53	0,77	2,27	99,71
	Amarrar manubrio con Ty-rap al cuadro	10,59	28,9	13,78	15,47	11,13	11,22	8,94	11,5	12,32	10,88	9	11,76	1,90	1,96	92,82
	Amarrar rueda delantera con Ty-rap al cuadro	29,66	15,18	25,82	24,1	22,18	15,25	18,57	20,5	19,91	22,28	10	21,35	4,52	1,49	82,37
	Colocar bicicleta en caja	5,4	17,78	5	10,47	9,29	9,6	15,06	9,27	7,98	6,12	8	7,89	2,11	1,18	75,49

Elaborado por: De Abreu-Hernández
Fecha: 10 de Marzo 2008.

Unidad: Segundos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 51. Estudio de Tiempos de la Línea 3. Familia de Modelos Infantiles.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
<i>Modelos:</i> Infantiles												<i>Operario:</i> Masculino				
<i>Ensamble:</i> Ensamble de lo obtenido en las líneas 1 y 2												<i>Método:</i> Intermitente				
Estación	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N	TPS	SD	tc	NC (%)
1	Unir U de freno delantero al cuadro	26,5	29,69	43,35	39,62	58,25	39,4	52,4	54,5	35,3	27,84	8	37,49	10,37	1,14	74,6
	Unir U de freno trasero al cuadro	36,68	40,4	46,1	53,4	39,4	40,44	40,35	42,84	40,84	37,87	9	40,55	2,73	4,69	99,50
2	Colocar cadena con perrito al cuadro	50	59,95	60,05	35,68	60,07	60,2	52	62	60	39,5	8	58,03	11,03	1,66	86,15
3	Despiece del paral	18,96	5,12	13,88	6,5	19,65	21,44	13,63	12,1	15,2	16,25	8	16,39	3,31	1,56	83,93
	Unir paral al cuadro	3,88	4,12	9,53	9,94	7,25	6	9,96	7,41	17,1	8,5	9	8,87	3,64	0,77	66,37
4	Colocar rin trasero	40,41	39,41	44,95	48,78	33,44	42,4	44,06	41,26	42,18	44,06	10	42,10	4,03	3,30	99
5	Colocar guaya de freno delantero	15,91	21,5	33,03	20,29	42,6	22,78	40,01	29,04	21,5	23,25	6	20,87	10,45	0,63	63,27
	Colocar guaya de freno trasero	40,82	43,34	44,03	40,4	31,16	31,22	32,4	48,72	45,19	37,18	9	38,42	5,63	2,16	97,27
6	Colocar protector de Cadena	25,1	31,63	26,68	34,4	24,35	33,75	30,62	31,3	32,5	29,51	10	29,98	3,52	2,69	98,10
	Colocación de protección de biela en el lado L	8,71	6,06	2,49	2,12	3,59	2,8	3,25	5,35	8,4	3,55	10	4,63	2,40	0,61	62,82
7	Colocación del rin delantero del lado L y ajustar con ty- rap	12,78	15,72	6,66	9,9	9,21	10,12	11,15	9,35	10,28	8,59	10	10,38	2,46	1,33	78,82
	Colocación del manubrio del lado R y ajustar con ty- rap en la potencia	11,03	17,78	14,5	15,25	16,75	12,35	15,56	12,21	13,59	14	10	14,30	2,11	2,14	96,82
8	Colocación de la bicicleta en caja	15,62	17,13	16	16,21	17,13	14,18	16,35	14,59	15,37	16,25	10	15,88	0,97	5,17	100

Elaborado por: De Abreu-Hernández
Fecha: 10 de Marzo 2008.

Unidad: Segundos

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5. Estudio de Tiempos de las líneas de ensamble de la empresa.

Tabla N°52. TPS por estación de la línea automatizada para familia de modelos MTB.

Estación	N° de Operarios por Estación	TPS (seg./unidad)	TPS (min./unidad)
1	1	29.45	0.49
2	1	58.99	0.98
3	1	50.95	0.85
4	2	102.80 / 2 = 51.4	0.86
5	1	50.34	0.84
6	2	84.95 / 2 = 42.48	0.71
7	1	58.55	0.97
8	1	48.24	0.80

Fuente: Elaboración Propia

Paso 3: Cálculo del Tiempo Normal por Estación de la Línea 3.

Dado que línea 3 consta de un equipo de manejo mecánico de 8 estaciones con un tiempo programado de cambio de estación de 60 segundos por ensamble, la calificación de velocidad se estableció en 100%, ya que los operarios deben realizar todo su trabajo antes que cambie la posición de dichas estaciones.

$$\overline{CV} = 100\%$$

Una vez realizado este cálculo se determinó el tiempo normal de cada estación, multiplicando la calificación de velocidad ponderada por el tiempo promedio de dicha actividad. En la tabla N° 53 se muestra los tiempos normales por estación para cada familia de modelos de bicicletas.

$$TN = T_{prom} * \overline{CV}$$

Tabla N° 53. Tiempos Normales por Estación de cada familia de bicicletas de la Línea 3.

	Familia	Tiempo Normal (min./unidad)
Estación 1	MTB	0.49
	BMX	0.42
	Infantiles	0.65
Estación 2	MTB	0.98
	BMX	0.54
	Infantiles	0.96
Estación 3	MTB	0.85
	BMX	0.77
	Infantiles	0.42
Estación 4	MTB	0.86
	BMX	0.62
	Infantiles	0.70
Estación 5	MTB	0.84
	BMX	0.83
	Infantiles	0.95
Estación 6	MTB	0.71
	BMX	0.62
	Infantiles	0.57
Estación 7	MTB	0.97
	BMX	0.54
	Infantiles	0.41
Estación 8	MTB	0.80
	BMX	0.78
	Infantiles	0.27

Fuente: Elaboración Propia

Paso 4: Obtención del Tiempo Estándar del Ensamble de la Línea 3.

Se determinó el tiempo estándar por estación de cada familia de modelos de bicicletas, asignándoles el 15% de tolerancias por necesidades personales, fatiga y demoras inevitables según estimaciones de la empresa.

$$TE = TN + Tolerancias$$

En la siguiente tabla se muestra los tiempos estándares para cada familia de modelos de bicicletas.

Tabla N° 54. Tiempos Estándar por Estación de cada familia de bicicletas de la Línea 3.

	Familia	Tiempo Estándar (min./unidad)
Estación 1	MTB	0.56
	BMX	0.48
	Infantiles	0.75
Estación 2	MTB	1.08
	BMX	0.62
	Infantiles	1.07
Estación 3	MTB	0.98
	BMX	0.88
	Infantiles	0.48
Estación 4	MTB	0.99
	BMX	0.71
	Infantiles	0.81
Estación 5	MTB	0.96
	BMX	0.95
	Infantiles	1.07
Estación 6	MTB	0.81
	BMX	0.71
	Infantiles	0.66
Estación 7	MTB	1.02
	BMX	0.62
	Infantiles	0.47
Estación 8	MTB	0.92
	BMX	0.90
	Infantiles	0.31

Fuente: Elaboración Propia

Se seleccionó el Mayor Tiempo Estándar por cada estación entre las familias de modelos de bicicletas como referencia para realizar los análisis y las comparaciones entre las estaciones, con el fin de determinar la existencia de un cuello de botella y proponer mejoras.

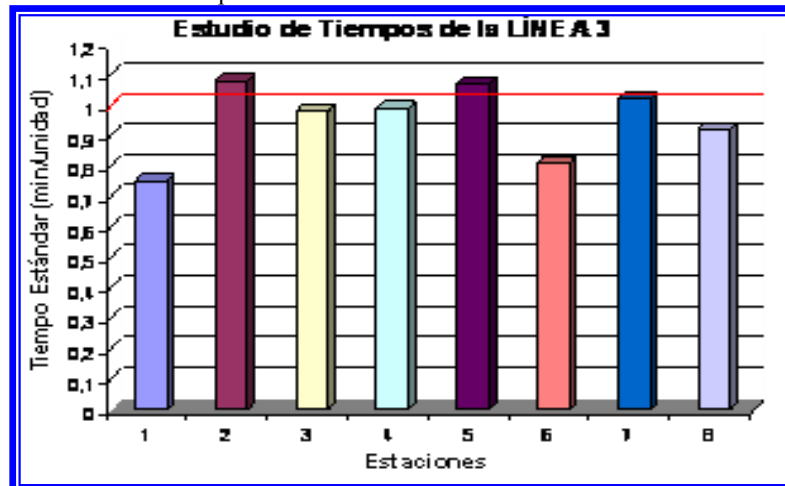
Tabla N°55. Tiempo Estándar por estación de la línea automatizada.

Estación	Tiempo Estándar (min./unidad)
1	0.75
2	1.08
3	0.98
4	0.99
5	1.07
6	0.81
7	1.02
8	0.92

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se representa gráficamente los Tiempos Estándar de las ocho estaciones de la línea de ensamble 3:

Gráfico N° 4. Tiempos estándar de cada estación de la línea de ensamble 3.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico anterior se puede apreciar que los tiempos estándar de las ocho estaciones de la línea de ensamble automatizada son muy parecidos. Además, la duración de cada estación es similar al tiempo de producción establecido, de un ensamble por minuto.

Paso 5: Obtención del Nivel de Confianza del estudio de tiempos realizado en la Línea 3.

Para determinar el Nivel de Confianza del estudio de tiempos realizado, se cálculo para cada operación el valor de t_c a través de la siguiente expresión:

$$t_c = (k \cdot \sqrt{M \cdot TPS}) / SD$$

Posteriormente se obtuvieron los niveles de confianza para cada operación usando la tabla de probabilidades para la distribución t, se selecciono el menor nivel de confianza del estudio de tiempos para cada línea de ensamble.

En la tabla N° 56 se aprecia el nivel de confianza (NC) del estudio de tiempos de la línea de ensamble 3, dando como resultado que el 62,82% de los valores obtenidos no se desviaron del intervalo de confianza, lo que significa que en el 62,82% de los casos el valor verdadero del tiempo está dentro del grado de precisión establecido del 10%.

Tabla N° 56. Nivel de Confianza del estudio de tiempos de la Línea 2.

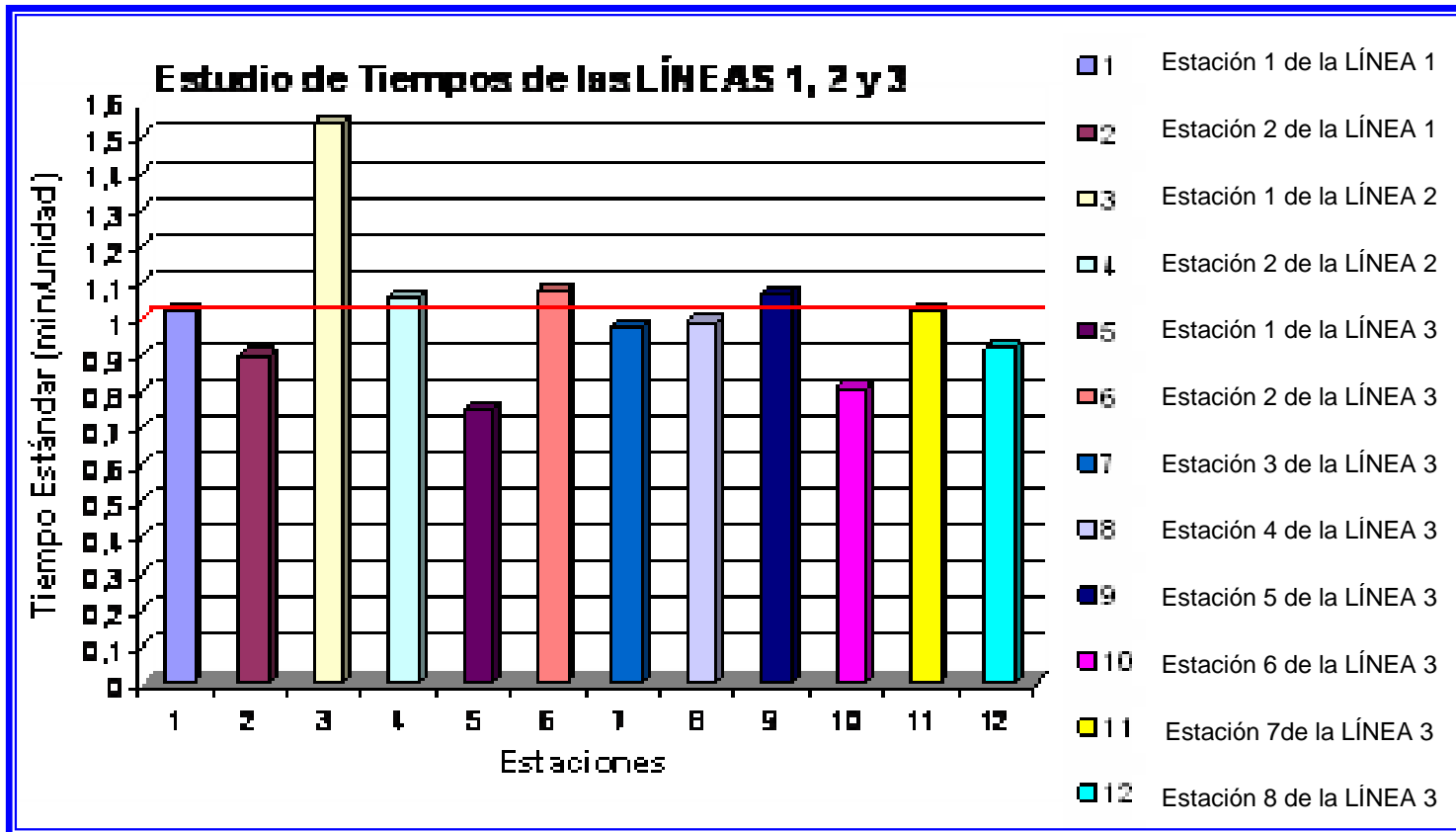
Familia		Nivel de Confianza (%)
Línea 1	MTB	65,27
	BMX	66,82
	Infantiles	62,82
	Nivel de Confianza	62,82

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico N° 5 se representa los tiempos requeridos para realizar las operaciones asignadas a cada estación de las tres líneas de ensamble de la empresa *Distribuidora Greco C.A.* En una línea de producción ideal, balanceada, todas las estaciones de trabajo deberían procesar la misma cantidad de unidades de ensambles en la misma unidad de tiempo, sin embargo, se aprecia la existencia de un desbalance de 0.54min./unidad en la primera estación de la línea 2 con respecto a las demás, ocasionando un cuello de botella que disminuye del rendimiento de la producción diaria, ya que no se cumple con la capacidad de producción establecida de un ensamble por minuto.

La primera estación de la línea 2 no permite la producción deseada de 480 bicicletas diarias a un ritmo de producción de un ensamble cada minuto, ya que actualmente solo se producen en promedio 250 unidades al día a un ritmo de 1 minuto con 54 segundos producto del cuello de botella antes mencionado.

La segunda estación de la línea 2 y las estaciones 2 y 5 de la línea automatizada tienen un tiempo estándar mayor al tiempo de producción establecido, pero poco significativo. Además, las estaciones de la línea 1 y las demás estaciones de la línea automatizada generan un tiempo de ocio de 0.10min./unidad (6seg./unidad) y 0.55min./unidad (33seg./unidad) respectivamente.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 6. Estudio de Tiempos de la líneas de ensamble con el balance de líneas.

Durante el Estudio de Tiempos por cronometrado intermitente realizado por los autores, se observaron una gran cantidad de elementos ajenos a la operación que realizaban los operarios. En la siguiente tabla se muestra dichos elementos, el tiempo de duración por unidad y la frecuencia por jornada diaria (considerando la producción promedio de 250 unidades).

Tabla N°57. Elementos Extraños observados en el estudio de tiempos.

Elementos Extraños	Duración Promedio (min./unidad)	Frecuencia (veces/día)	Duración diaria (minutos)
Búsqueda de Herramientas	0.16	144	23.04
Búsqueda de Materiales	---	5 (Cada lote de 50 unidades)	120
Hablando con el compañero	0.12	115	13.8
Esperando Instrucciones del Supervisor	3	6	18
Paradas por falta de información sobre materiales y herramientas a utilizar.	---	2 (Cada cambio de modelo de bicicleta a ensamblar)	30
Tomando Agua	0.33	9	3

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el elemento extraño con mayor incidencia en la producción de la empresa es la búsqueda de materiales, esto debido a que actualmente los operarios de las líneas tienen que ir a ayudar al activador a transportar las piezas de las bicicletas a sus respectivos lugares de trabajo por cada lote de 50 unidades ensambladas, es decir, 6 veces diarias.

Esto ocurre debido a que hay un solo operario encargado de la activación. Dicha actividad tiene un tiempo promedio de duración de 1 hora con 20 minutos (80 minutos) por cada lote de 50 unidades, por la gran cantidad de piezas que conforman una bicicleta.

5.2.4 Evaluación Ergonómica de los Puestos de Trabajo

Análisis REBA

Se hizo uso del Método REBA porque permite evaluar los problemas ergonómicos presentes en el área de producción de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, además de su sencillez, fácil aplicabilidad y comprensión. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

El método usado por los autores para conseguir información sobre los puestos de trabajo que ocasionan problemas ergonómicos en los trabajadores para su posterior análisis fue la entrevista no estructurada, la cual permitió que los analistas formularan preguntas no previstas durante la conversación con los operarios del área de producción de la empresa. Los registros de las entrevistas no estructuradas se anotaron en un cuaderno de campo, sin cuestionario previo, durante la jornada laboral y a un total de 14 operarios.

De los 14 operarios entrevistados, siete de ellos señalaron tener molestias leves a moderadas en la espalda, brazos y manos al finalizar cada jornada laboral, permitiendo realizar el estudio de movimientos a través del Método REBA a las operaciones que ejercen cada uno de esos operarios que presentan problemas ergonómicos. Dichas operaciones son:

- x Separación de materiales
- x Activación de materiales
- x Ensamble de manillas de cambios al manubrio (línea 1)

- ✘ Ensamble cuadro con tazas direccionales y centrales
- ✘ Colocar el Ensamble Cuadro con Tazas en el suelo
- ✘ Recoger el Ensamble Cuadro con Tazas del suelo
- ✘ Ensamble cuadro con horquilla (mesa 2 de la línea 2)

La aplicación del método REBA se realizó para cada una de las posturas que ocasionan molestias leves a moderadas en los operarios según las entrevistas no estructuradas desarrolladas por los analistas:

✘ Separación de materiales

En la tabla N° 58 se presenta la descripción de los movimientos de orden superior realizados durante la ejecución de esta actividad, la cual contiene el *Qué*, *Quién*, *Cuándo*, *Dónde*, *Por qué* y *Cómo* se realiza dicha actividad.


Tabla N° 58. Descripción de Movimientos de Orden Superior en la Separación de Materiales

¿Qué?	La actividad de separación de materiales, como su nombre lo indica, consiste en separar la materia prima dispuesta en cajas de cartón ordenadas en capas dentro del área de producción, al tomar los materiales por tipo el operario las introduce en unos contenedores dispuestos en el suelo, para ello dicho operario mantiene una inclinación de la espalda entre 20° y 60°, siendo una postura inadecuada, ya que tiende a cansarse con mayor rapidez.
¿Quién?	Un solo operario encargado del proceso de separación
¿Cuándo?	Cinco veces por jornada diaria de una hora de duración
¿Dónde?	Dentro del área de producción
¿Por qué?	Las cajas de los materiales y los contenedores están en el suelo
¿Cómo?	El operario se inclina a buscar los materiales e introducirlos en los contenedores de manera continua

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presenta el *Análisis REBA* de la postura al extraer los materiales de las cajas.

Tabla N° 59. Análisis REBA de la postura al extraer los materiales de las cajas

ANÁLISIS REBA <i>Actividad: Separación de Materiales</i> <i>Postura al extraer los materiales de las cajas.</i>		BICICLETAS GRECO			
Postura: El operario al tomar los materiales por tipo e introducirlos en unos contenedores dispuestos en el suelo, realiza movimientos de orden superior al inclinar su tronco, y además, trabaja sus hombros, brazos y manos.					
GRUPO A	<i>Partes del Cuerpo evaluada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Puntuación</i>		
	Tronco	El tronco está flexionado más de 60 grados	4		
	Cuello	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.	1		
	Piernas	Soporte bilateral, andando o sentado	1		
	Total Tabla A			3	
	Carga y/o Fuerza	La carga o fuerza es está entre 5 y 10 Kg.	+1		
	PUNTUACIÓN A			4	
			Derecha	Izquierda	
GRUPO B	Brazos	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión (Sin brazo aducido o rotado y sin el hombro elevado)	3	3	
	Antebrazos	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión	1	1	
	Muñecas	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados (Sin torción o desviación lateral)	2	2	
	Total Tabla B			4	4
	Tipo de Agarre	Agarre Bueno	+0	+0	
PUNTUACIÓN B			4	4	
PUNTUACIÓN C			4	4	
Actividad Muscular	Una o más partes del cuerpo se mantienen estáticas por más de 1 minuto y movimientos repetitivos mas de 4 veces por minuto	+2			
PUNTUACIÓN FINAL REBA			6	6	
Nivel de Acción			2	2	
Nivel de Riesgo de la Postura			MEDIO		
Actuación para la Postura			ES NECESARIA LA ACTUACIÓN		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a lo presentado anteriormente, es necesario acciones correctivas en la postura del operario al extraer los materiales de las cajas, de manera tal que sea más confortable su realización.

x **Activación de materiales**

En la siguiente tabla se presenta la descripción de los movimientos de orden superior realizados durante la ejecución de esta actividad, la cual contiene el *Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Por qué y Cómo* se realiza dicha actividad.

Tabla N° 60. Descripción de Movimientos de Orden Superior en la Activación de Materiales

¿Qué?	La activación de materiales consiste en trasladar la materia prima ya separada en los contenedores a las líneas de ensamble correspondiente mediante una carrucha, en algunos casos el contener es cargado y trasladada por el operario sin la carrucha. Dicho operario mantiene una inclinación de la espalda de más de 60° para cargar el contenedor y colocarlo en la carrucha, además, cada contenedor tiene un peso de hasta 15Kg. Esta actividad tiende a cansar al operario con mayor rapidez.
¿Quién?	Un solo operario encargado del proceso de activación
¿Cuándo?	Cinco veces por jornada diaria de una hora de duración
¿Dónde?	Dentro del área de producción
¿Por qué?	Los contenedores de los materiales separados están en el suelo, y deben ser colocados en la carrucha para trasladarlos a cada línea de ensamble.
¿Cómo?	El operario se inclina a coger el contenedor y colocarlo en la carrucha.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presenta el Análisis REBA de la postura del operario al levantar las cajas con los materiales.

Tabla N° 61. Análisis REBA de la postura al levantar las cajas con los materiales.

<p>ANÁLISIS REBA Actividad: Activación de Materiales Postura al levantar las cajas con los materiales</p>					
<p>Postura: El operario mantiene una inclinación de la espalda de más de 60° para cargar el contenedor y colocarlo en la carrucha, además, cada contenedor tiene un peso de hasta 15Kg.</p>					
GRUPO A	Partes del Cuerpo evaluada	Descripción	Puntuación		
	Tronco	El tronco está flexionado más de 60 grados	4		
	Cuello	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.	1		
	Piernas	Soporte bilateral, andando o sentado	1		
	Total Tabla A		3		
	Carga y/o Fuerza	La carga o fuerza es mayor de 10 Kg.	+2		
PUNTUACIÓN A		5			
		Derecha	Izquierda		
GRUPO B	Brazos	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión (Sin brazo aducido o rotado y sin el hombro elevado)	3	3	
	Antebrazos	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión	1	1	
	Muñecas	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados (Sin torción o desviación lateral)	2	2	
	Total Tabla B		4	4	
	Tipo de Agarre	Agarre Malo	+2	+2	
PUNTUACIÓN B		6	6		
PUNTUACIÓN C		7	7		
Actividad Muscular	Una o más partes del cuerpo se mantienen estáticas por más de 1 minuto y movimientos repetitivos mas de 4 veces por minuto			+2	
PUNTUACIÓN FINAL REBA		9	9		
Nivel de Acción		3	3		
Nivel de Riesgo de la Postura		ALTO			
Actuación para la Postura		ES NECESARIA LA ACTUACIÓN CUANTO ANTES			

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a lo presentado anteriormente, es necesario aplicar acciones correctivas cuanto antes a la postura del operario al levantar las cajas con materiales, de manera tal que sea más confortable su realización y disminuir el nivel de riesgo de padecer lesiones músculo-esqueléticas.

x Ensamble de Manillas de Cambios al Manubrio (línea 1)

En la siguiente tabla se presenta la descripción de los movimientos de orden superior realizados durante la ejecución de esta actividad, la cual contiene el *Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Por qué y Cómo* se realiza dicha actividad.

Tabla N° 62. Descripción de Movimientos de Orden Superior en el Ensamble de Manillas de cambios al Manubrio.

¿Qué?	Esta actividad consiste en el ensamble de las palancas de cambios al manubrio de la bicicleta. Dicho operario mantiene el tronco erguido, sin embargo, la actividad se realiza de pie y con movimientos de muñeca de más de 15°.
¿Quién?	Un operario.
¿Cuándo?	Seis horas diarias.
¿Dónde?	Línea 1 del área de producción.
¿Por qué?	La actividad de ensamble del manubrio con las manillas de cambios de velocidades se realiza sobre una mesa de trabajo, sin silla para el operario. Además, las manillas de cambio poseen tornillos que son apretados con una pistola neumática, provocando elevación del hombro derecho.
¿Cómo?	La mesa de trabajo posee un eje de sujeción del manubrio, sin embargo el operario agarra con una mano las herramientas y busca los materiales, mientras la otra sostiene el manubrio para que no gire o se mueva.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presenta el Análisis REBA de la postura del operario al ajustar los tornillos de las manillas con la pistola neumática.

Tabla N° 63. Análisis REBA de la postura al ajustar los tornillos de las manillas con la pistola.

ANÁLISIS REBA		BICICLETAS GRECO		
<p><i>Actividad: Ensamble de Manillas de Cambios al Manubrio</i></p> <p><i>Postura al ajustar los tornillos de las manillas con la pistola neumática</i></p>				
<p>Postura:</p> <p>El operario mantiene el tronco erguido, sin embargo, la actividad se realiza de pie y con movimientos de muñeca de más de 15°.</p>				
GRUPO A	<i>Partes del Cuerpo evaluada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Puntuación</i>	
	Tronco	El tronco está erguido	1	
	Cuello	El cuello está flexionado más de 20 grados.	2	
	Piernas	Soporte bilateral, andando o sentado	1	
	Total Tabla A		1	
	Carga y/o Fuerza	La carga o fuerza es menor de 5 Kg.	+0	
PUNTUACIÓN A		1		
GRUPO B	Brazos	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión (Con el hombro elevado del brazo derecho)	3	2
	Antebrazos	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión	1	1
	Muñecas	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados (Sin torción o desviación lateral)	2	2
	Total Tabla B		4	2
	Tipo de Agarre	Agarre Bueno	+0	+0
	PUNTUACIÓN B		4	2
PUNTUACIÓN C		2	1	
Actividad Muscular	Movimientos repetitivos mas de 4 veces por minuto	+1		
PUNTUACIÓN FINAL REBA		3	2	
Nivel de Acción		1	1	
Nivel de Riesgo de la Postura		BAJO		
Actuación para la Postura		PUEDE SER NECESARIA LA ACTUACIÓN		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a lo presentado anteriormente, es necesario más no inmediato aplicar acciones correctivas a la postura del operario al ajustar los tornillos de las manillas con la pistola neumática, ya que se considera bajo el nivel de riesgo de padecer lesiones.

x Ensamble cuadro con tazas direccionales y centrales (mesa 1 de la línea 2)

En la siguiente tabla se presenta la descripción de los movimientos de orden superior realizados durante la ejecución de esta actividad, la cual contiene el *Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Por qué y Cómo* se realiza dicha actividad.


Tabla N° 64. Descripción de Movimientos de Orden Superior en el Ensamble Cuadro con Tazas.

¿Qué?	Esta actividad consiste en el ensamble del cuadro de la bicicleta con las tazas centrales y direccionales, la actividad es realizada por un operario en la mesa 1 de la línea 2. Dicho operario mantiene el tronco erguido, sin embargo, la actividad se realiza de pie y con movimientos de muñeca de más de 15°. Además, La mesa de trabajo posee un eje de sujeción del cuadro, provocando que el operario agarre con una mano las herramientas y busca los materiales, mientras la otra sostiene el manubrio para que no gire o se mueva.
¿Quién?	Un operario.
¿Cuándo?	Seis horas diarias.
¿Dónde?	Mesa 1 de la línea 2 del área de producción.
¿Por qué?	La actividad de ensamble del cuadro con tazas se realiza sobre una mesa de trabajo, sin silla para el operario. Además, las tazas son apretadas con llaves manuales, provocando elevación del hombro derecho.
¿Cómo?	La mesa de trabajo posee un eje de sujeción del cuadro, sin embargo el operario agarra con una mano las herramientas y busca los materiales, mientras la otra sostiene el manubrio para que no gire o se mueva.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presenta el Análisis REBA de la postura al introducir el eje central al cuadro.

Tabla N° 65. Análisis REBA de la postura al introducir el eje central al cuadro.

ANÁLISIS REBA		BICICLETAS GRECO		
<i>Actividad: Ensamble de Cuadro con tazas</i> <i>Postura al introducir el eje central al cuadro</i>				
Postura: El operario mantiene el tronco erguido, sin embargo, la actividad se realiza de pie y con movimientos de muñeca de más de 15°. Además, La mesa de trabajo posee un eje de sujeción del cuadro, provocando que el operario agarre con una mano las herramientas y busca los materiales, mientras la otra sostiene el manubrio para que no gire o se mueva.				
GRUPO A	<i>Partes del Cuerpo evaluada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Puntuación</i>	
	Tronco	El tronco está erguido	1	
	Cuello	El cuello está flexionado más de 20 grados.	2	
	Piernas	Soporte bilateral, andando o sentado	1	
	Total Tabla A		1	
	Carga y/o Fuerza	La carga o fuerza es menor a 5Kg.	+0	
PUNTUACIÓN A		1		
		Derecha	Izquierda	
GRUPO B	Brazos	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión (Con el hombro elevado del brazo derecho)	3	2
	Antebrazos	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión	1	1
	Muñecas	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados (Sin torción o desviación lateral)	2	2
	Total Tabla B		4	2
	Tipo de Agarre	Agarre Bueno	+0	+0
PUNTUACIÓN B		4	2	
PUNTUACIÓN C		2	1	
Actividad Muscular	Movimientos repetitivos mas de 4 veces por minuto	+1		
PUNTUACIÓN FINAL REBA		3	2	
Nivel de Acción		1	1	
Nivel de Riesgo de la Postura		BAJO		
Actuación de la Postura		PUEDE SER NECESARIA LA ACTUACIÓN		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a lo presentado anteriormente, es necesario más no inmediato aplicar acciones correctivas a la postura del operario al introducir el eje central al cuadro, ya que se considera bajo el nivel de riesgo de padecer lesiones.

x Colocar el Ensamble Cuadro con Tazas en el suelo

En la siguiente tabla se presenta la descripción de los movimientos de orden superior realizados durante la ejecución de esta actividad, la cual contiene el *Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Por qué y Cómo* se realiza dicha actividad.

Tabla N° 66. Descripción de Movimientos de Orden Superior de Colocar el Ensamble Cuadro con Tazas en el suelo.

¿Qué?	El operario de la mesa 1 de la línea 2 al finalizar su trabajo inclina el tronco entre 20 y 60° para colocar lo ensamblado en el suelo, hasta que el operario de la mesa 2 lo tome. Esto debido a la diferencia de tiempos entre ambas mesas.
¿Quién?	Un operario.
¿Cuándo?	Seis horas diarias.
¿Dónde?	Mesa 1 de la línea 2 del área de producción.
¿Por qué?	No hay un dispositivo de sujeción del ensamble y no hay continuidad de los procesos.
¿Cómo?	Una vez terminado el ensamble, lo coloca en el suelo inclinando su tronco entre 20 y 60°.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presenta el Análisis REBA de la postura del operario al colocar el ensamble en el suelo.

Tabla N° 67. Análisis REBA de la postura al colocar el ensamble en el suelo.

ANÁLISIS REBA		BICICLETAS GRECO		
<p><i>Actividad: Colocar Ensamble Cuadro con Tazas en el suelo</i></p> <p><i>Postura al colocar el ensamble en el suelo</i></p>				
<p>Postura: El operario de la mesa 1 de la línea 2 al finalizar su trabajo inclina el tronco entre 20 y 60° para colocar lo ensamblado en el suelo, hasta que el operario de la mesa 2 lo tome. Esto debido a la diferencia de tiempos entre ambas mesas.</p>				
GRUPO A	<i>Partes del Cuerpo evaluada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Puntuación</i>	
	Tronco	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión	3	
	Cuello	El cuello está flexionado más de 20 grados.	2	
	Piernas	Soporte bilateral, andando o sentado	1	
	Total Tabla A		4	
	Carga y/o Fuerza	La carga o fuerza es mayor de 10 Kg.	+2	
PUNTUACIÓN A		6		
GRUPO B	Brazos	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión (Sin brazo aducido o rotado y sin el hombro elevado)	3	3
	Antebrazos	El antebrazo está por debajo de 60° o por encima de 100 grados de flexión	2	2
	Muñecas	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados (Sin torción o desviación lateral)	2	2
	Total Tabla B		5	5
	Tipo de Agarre	Agarre Malo	+2	+2
	PUNTUACIÓN B		7	7
PUNTUACIÓN C		9	9	
Actividad Muscular	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas.	+1		
PUNTUACIÓN FINAL REBA		10	10	
Nivel de Acción		3	3	
Nivel de Riesgo de la Postura		ALTO		
Actuación de la Postura		ES NECESARIA LA ACTUACIÓN CUANTO ANTES		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a lo presentado anteriormente, es necesario aplicar acciones correctivas cuanto antes a la postura del operario al colocar el ensamble en el suelo, de manera tal que sea más confortable su realización y disminuir el nivel de riesgo de padecer lesiones músculo-esqueléticas.

x **Recoger el Ensamble Cuadro con Tazas del suelo**

En la siguiente tabla se presenta la descripción de los movimientos de orden superior realizados durante la ejecución de esta actividad, la cual contiene el *Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Por qué y Cómo* se realiza dicha actividad.

Tabla N° 68. Descripción de Movimientos de Orden Superior de Recoger el Ensamble Cuadro con Tazas del suelo.

¿Qué?	El operario de la segunda mesa de la línea 2 al empezar su trabajo inclina el tronco entre 20 y 60° para recoger del suelo lo ensamblado por el operario de la mesa 1. Esto debido a la diferencia de tiempos entre ambas mesas.
¿Quién?	Un operario.
¿Cuándo?	Seis horas diarias.
¿Dónde?	Mesa 2 de la línea 2 del área de producción.
¿Por qué?	No hay un dispositivo de sujeción del ensamble y no hay continuidad de los procesos.
¿Cómo?	Al comenzar el ensamble cuadro con horquilla, lo recoge del suelo inclinando su tronco entre 20 y 60°.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presenta el Análisis REBA de la postura del operario al recoger el ensamble del suelo.

Tabla N° 69. Análisis REBA de la postura al recoger el ensamble del suelo.

ANÁLISIS REBA		BICICLETAS GRECO		
<p><i>Actividad: Recoger el Ensamble Cuadro con Tazas del suelo.</i></p> <p><i>Postura al recoger el ensamble del suelo</i></p>				
<p>Postura:</p> <p>El operario de la segunda mesa de la línea 2 al empezar su trabajo inclina el tronco entre 20 y 60° para recoger del suelo lo ensamblado por el operario de la mesa 1. Esto debido a la diferencia de tiempos entre ambas mesas.</p>				
GRUPO A	<i>Partes del Cuerpo evaluada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Puntuación</i>	
	Tronco	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión	3	
	Cuello	El cuello está flexionado más de 20 grados.	2	
	Piernas	Soporte bilateral, andando o sentado	1	
	Total Tabla A		4	
	Carga y/o Fuerza	La carga o fuerza es mayor de 10 Kg.	+2	
PUNTUACIÓN A		6		
GRUPO B	Brazos	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión (Sin brazo aducido o rotado y sin el hombro elevado)	3	3
	Antebrazos	El antebrazo está por debajo de 60° o por encima de 100 grados de flexión	2	2
	Muñecas	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados (Sin torción o desviación lateral)	2	2
	Total Tabla B		5	5
	Tipo de Agarre	Agarre Malo	+2	+2
	PUNTUACIÓN B		7	7
PUNTUACIÓN C		9	9	
Actividad Muscular	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas.	+1		
PUNTUACIÓN FINAL REBA		10	10	
Nivel de Acción		3	3	
Nivel de Riesgo de la Postura		ALTO		
Actuación de la Postura		ES NECESARIA LA ACTUACIÓN CUANTO ANTES		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a lo presentado anteriormente, es necesario aplicar acciones correctivas cuanto antes a la postura del operario al recoger el ensamble del suelo, de manera tal que sea más confortable su realización y disminuir el nivel de riesgo de padecer lesiones músculo-esqueléticas.

✘ Ensamble cuadro con horquilla (mesa 2 de la línea 2)

En la siguiente tabla se presenta la descripción de los movimientos de orden superior realizados durante la ejecución de esta actividad, la cual contiene el *Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Por qué y Cómo* se realiza dicha actividad.


Tabla N° 70. Descripción de Movimientos de Orden Superior en el Ensamble Cuadro - Horquilla.

¿Qué?	Esta actividad consiste en el ensamble del cuadro de la bicicleta con la horquilla, la actividad es realizada por un operario en la mesa 2 de la línea 2. Dicho operario mantiene el tronco inclinado, ya que el ensamble se realiza apoyando el cuadro en el suelo debido a que no existe un sistema de sujeción. Además, al empezar su trabajo inclina el tronco entre 20 y 60° para buscar lo ensamblado en la mesa 1 que se encuentra en el suelo. Esto debido a la diferencia de tiempos entre las mesas 1 y 2.
¿Quién?	Un operario.
¿Cuándo?	Seis horas diarias.
¿Dónde?	Mesa 2 de la línea 2 del área de producción.
¿Por qué?	La actividad de ensamble del cuadro con horquilla se realiza en el aire por no haber un dispositivo de sujeción que vite inclinar el tronco.
¿Cómo?	Apoya el cuadro en el suelo, se inclina y empieza a ensamblar la horquilla al cuadro.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presenta el Análisis REBA de la postura del operario al introducir la horquilla al cuadro.

Tabla N° 71. Análisis REBA de la postura al introducir la horquilla al cuadro.

ANÁLISIS REBA		BICICLETAS GRECO		
<i>Actividad: Ensamble de Cuadro con Horquilla</i> <i>Postura al introducir la horquilla al cuadro</i>				
Actividad: El operario mantiene el tronco inclinado, ya que el ensamble se realiza apoyando el cuadro en el suelo debido a que no existe un sistema de sujeción.				
GRUPO A	Partes del Cuerpo evaluada	Descripción	Puntuación	
	Tronco	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión	3	
	Cuello	El cuello está flexionado más de 20 grados.	2	
	Piernas	Soporte bilateral, andando o sentado	1	
	Total Tabla A		4	
	Carga y/o Fuerza	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kg.	+1	
	PUNTUACIÓN A		5	
		Derecha	Izquierda	
GRUPO B	Brazos	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión (Sin brazo aducido o rotado y sin el hombro elevado)	2	2
	Antebrazos	El antebrazo está por debajo de 60° o por encima de 100 grados de flexión	2	2
	Muñecas	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados (Sin torción o desviación lateral)	2	2
	Total Tabla B		3	3
	Tipo de Agarre	Agarre Bueno	+0	+0
	PUNTUACIÓN B		3	3
PUNTUACIÓN C		4	4	
Actividad Muscular	Movimientos repetitivos mas de 4 veces por minuto	+1		
PUNTUACIÓN FINAL REBA		5	5	
Nivel de Acción		2	2	
Nivel de Riesgo de la Postura		MEDIO		
Actuación de la Postura		ES NECESARIA LA ACTUACIÓN		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a lo presentado anteriormente, es necesario aplicar acciones correctivas a la postura del operario al introducir la horquilla al cuadro, ya que se considera medianamente confortable su realización.

5.2.5 Análisis de Recorrido del Activador

La activación de materiales consiste en trasladar la materia prima ya separada a las líneas de ensamble correspondiente mediante una carrucha, en algunos casos el contenedor es cargado y trasladado por el operario sin la carrucha. Actualmente existen dos zonas de activación dentro del área de producción, una de ellas con los materiales necesarios para la línea 3 o automatizada (freno v-brake, guayas, rines, paral, plato, etc.) y la otra con los materiales a utilizar en las líneas 1 y 2. En la siguiente tabla se muestra el recorrido (m) por cada lote de 50 unidades que realiza el activador.

Tabla N° 72. Recorrido del Activador por cada lote de 50 unidades.

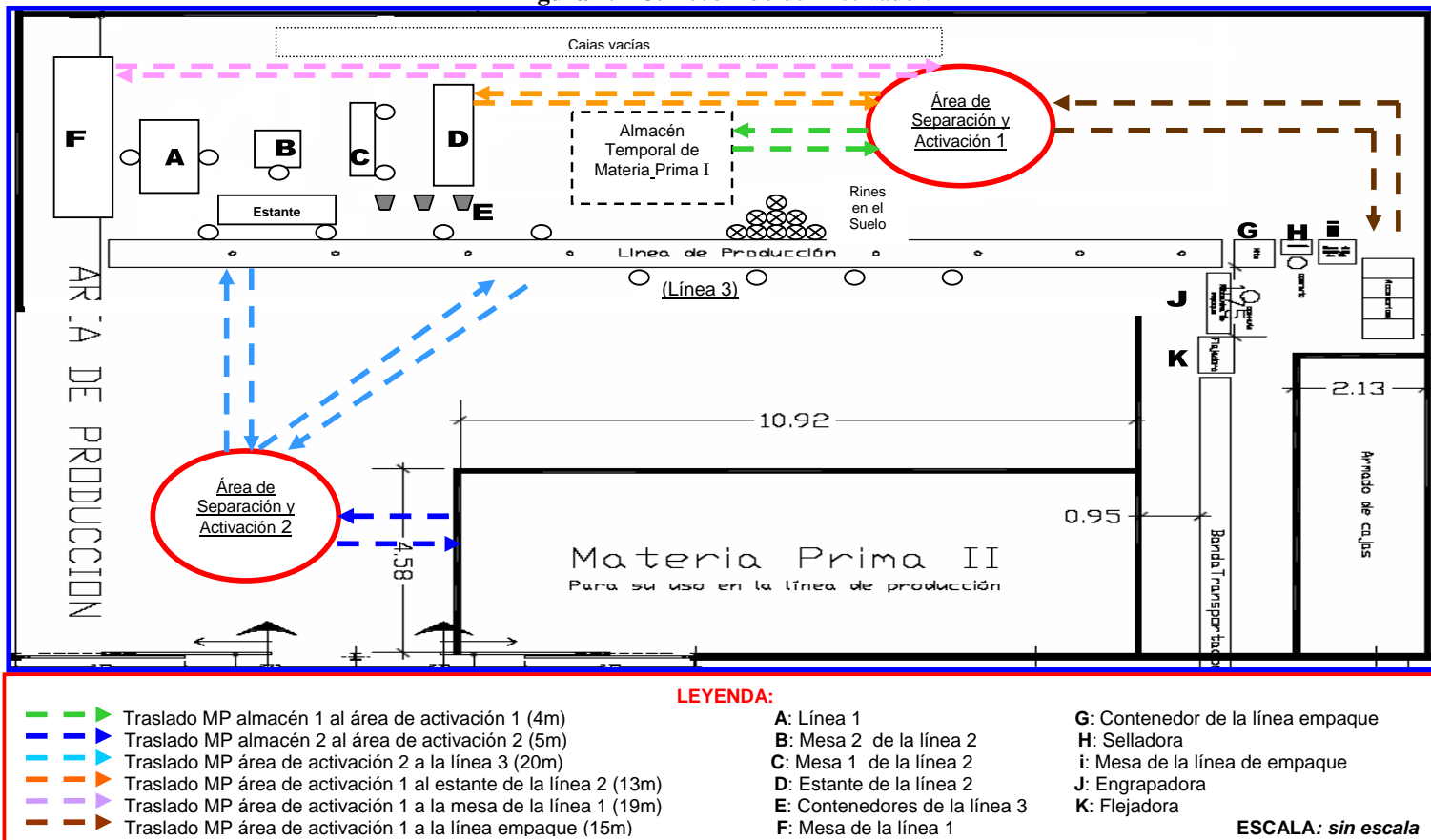
RECORRIDO ACTIVADOR	Almacén temporal de MP	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea de Empaque	Total Recorrido por cada 50 unidades
Zona de Activación I	4m	19m	13m	---	15m	76m
Zona de Activación II	5m	---	---	20m	---	

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el activador recorre 76m por cada 50 unidades ensambladas, es decir, 456m al día tomando como producción promedio 250 unidades por jornada laboral, siendo excesivo el manejo de materiales, de forma inadecuada y no utilizando eficientemente el espacio físico disponible. En la figura N° 43 se muestra el layout del área de producción con el recorrido de los materiales realizado por el activador.



Figura N° 43. Recorrido del Activador.



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI

PROPUESTAS DE MEJORA

El presente capítulo trata sobre la descripción, análisis e interpretación de las propuestas de mejora, así como la justificación técnica y económica, evaluando el impacto de su implementación a los procesos actuales, empleando diferentes metodologías y herramientas para la solución de los problemas evidenciados en el capítulo anterior.

6.1 Propuestas de Mejora

6.1.1 Aplicación de la Metodología 5S

La metodología 5S permite desarrollar un plan sistemático para mantener continuamente la clasificación, el orden y la limpieza, lo que permite de forma inmediata una mayor productividad, mayor seguridad, aumento de la motivación personal, mejor calidad, eficiencia y en consecuencia, mayor competitividad de la organización. Para lograr esto se desarrolló un programa que le proporcionará las directrices a la organización para realizar su implantación.

Objetivo

Presentar una metodología que sirva como guía de implantación para el área de ensamble de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, la cual busca crear un lugar de trabajo más organizado, limpio y seguro, es decir, un lugar de trabajo en el que cualquiera estaría orgulloso de trabajar.

Beneficios

- ☆ Permite un ambiente de trabajo agradable.
- ☆ Elimina los obstáculos como las cajas vacías y desperdicio sobre el área de ensamble en su totalidad.
- ☆ Estandariza de la ubicación e identificación de las herramientas en un estante.
- ☆ Reduce el tiempo de búsqueda de las herramientas (23.04min./día, según estudio de tiempos del capítulo anterior) en un 100%.

Desperdicio que Elimina / Reduce

- ↳ Paradas Menores en las líneas de ensamble por desorden y falta de identificación de las herramientas a usar.
- ↳ Obstáculos como cajas vacías y desperdicios.
- ↳ Herramientas innecesarias.

Metodología

Para la implantación de la metodología 5S se sugieren los siguientes pasos:

Paso 1. Participación al Personal

Durante esta etapa se realizará el lanzamiento del programa, el cual estará a cargo del Jefe de Producción, quien debe explicar a todo el personal la importancia de la implementación de la metodología y los beneficios que está aportaría a la empresa.

Paso 2. Recolección de Información

Para la recolección de información se identificó algunos aspectos a mejorar, permitiendo a los autores proponer la metodología 5S en el área de producción de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, tal como se aprecia a continuación:

- Objetos innecesarios, desperdicios y basura en el suelo.
- Equipos, herramientas y materiales innecesarios o defectuosos sobre los estantes y líneas de ensamble.
- Herramientas y estantes no identificados.
- Falta de limpieza de los estantes y mesas de trabajo.

Paso 3. Implementación de los pilares de 5S

Para la implementación de la separación, orden, limpieza, estandarización y disciplina, se realizó una serie de propuestas por pilar, las cuales se muestran a continuación:

- **Seiri (Separación)**

Significa diferenciar entre los elementos necesarios de aquellos que no lo son, para esto se realizaron formatos de inventarios de materiales, herramientas y elementos que actualmente se encuentran en cada línea de trabajo para su clasificación. En la tabla N° 73 se muestra separación de herramientas y elementos de cada línea de ensamble.

Tabla N° 73. Separación de herramientas y elementos de cada línea de ensamble.

	Material o Herramienta	Cantidad	Necesario	No Necesario
LÍNEA 1	<i>Pistola Neumática de llave allen 6mm</i>	1	1	0
	<i>Pistola Neumática</i>	1	1	0
	<i>Llave Allen múltiple</i>	2	2	0
	<i>Llave de boca 8mm</i>	3	1	2
LÍNEA 2	<i>Alicate Mecánico de Boca Ajustable</i>	1	1	0
	<i>Pinza</i>	2	1	1
	<i>Llave de boca 30/32 y 36/40</i>	2	1	1
	<i>Llave 36 y 41</i>	1	1	0
LÍNEA 3	<i>Martillo de Hierro</i>	1	1	0
	<i>Destornillador Eléctrico</i>	1	1	0
	<i>Pistola Neumática con llave allen 6mm</i>	1	1	0
	<i>Llave Allen 6mm</i>	3	2	1
	<i>Destornillador de Estría</i>	2	1	1
	<i>Pistola Neumática con llave ale 8mm</i>	1	1	0
	<i>Pistola Neumática con dado 9/16</i>	1	1	0
	<i>Llave de boca 8mm</i>	2	1	1
	<i>Llave de boca 9mm</i>	3	2	1
	<i>Pistola Neumática aprieta cadena</i>	2	1	1
	<i>Aprieta cadena manual</i>	1	1	0
	<i>Alicate</i>	2	1	1
	<i>Tenaza</i>	1	1	0
	<i>Pistola Neumática con dado 15 mm</i>	1	1	0
	<i>Llave de boca 15mm</i>	2	1	1
	<i>Llave de boca 17mm</i>	2	1	1
	<i>Pistola Neumática con dado 9mm</i>	1	1	0
	<i>Pinza</i>	1	1	0
	<i>Llave de boca 10mm</i>	3	1	2
	<i>Mazo de goma</i>	1	0	1

Fuente: Elaboración Propia

- **Seiton (Organizar)**

Luego de clasificar y retirar las herramientas innecesarias, se procede a ordenar las diferentes herramientas en el estante que posee actualmente la empresa, el cual se realizará de la siguiente manera:

1. Organizar las herramientas por tipo en 24 grupos, ya que el estante posee esa cantidad de compartimientos. Se organizarán todas las herramientas excepto las pistolas neumáticas, debido a que estas se ubican en cada línea de ensambles sujetos a un dispositivo. A continuación se muestra la organización del estante.

Tabla N° 74. Organización de las herramientas por tipo en el estante.

N° Compartimiento	Herramienta (s)	Cantidad
1	Llave Allen múltiple	3
2	Llave de boca 8mm	5
3	Llave de boca 9mm	3
4	Llave de boca 10mm	3
5	Llave de boca 15mm	2
6	Llave de boca 17mm	2
7	Llave de boca 30/32 y 36/40	2
8	Llave 36 y 41	1
9	Alicate Mecánico de Boca Ajustable	1
10	Alicate Simple	2
11	Tenaza	1
12	Pinza	3
13	Aprieta cadena manual	1
14	Destornillador de Estría	2

Tabla N° 74. Organización de las herramientas por tipo en el estante.
(Continuación)

N° Compartimiento	Herramienta (s)	Cantidad
15	Martillo de Hierro	1
16	Mazo de goma	1
17	Llave de boca 5mm	3
18	Llave de boca 6mm	2
19	Llave pico de Loro	1
20	Otros	---
21		
22		
23		
24		

Fuente: Elaboración Propia

2. Identificar cada compartimiento según el tipo de herramienta, con el fin de reducir las paradas menores por búsqueda de herramientas. Para ello se diseñó unas etiquetas, en el cual se indica el nombre de la herramienta, foto de la herramienta, membrete de la empresa y cantidad disponible de esa herramienta en el estante para determinar si hay pérdidas o hurtos de las mismas.

En la figura N° 44 se presenta el diseño de una de las etiquetas, cuyas dimensiones serán de 12x8cm de cartón plastificado.

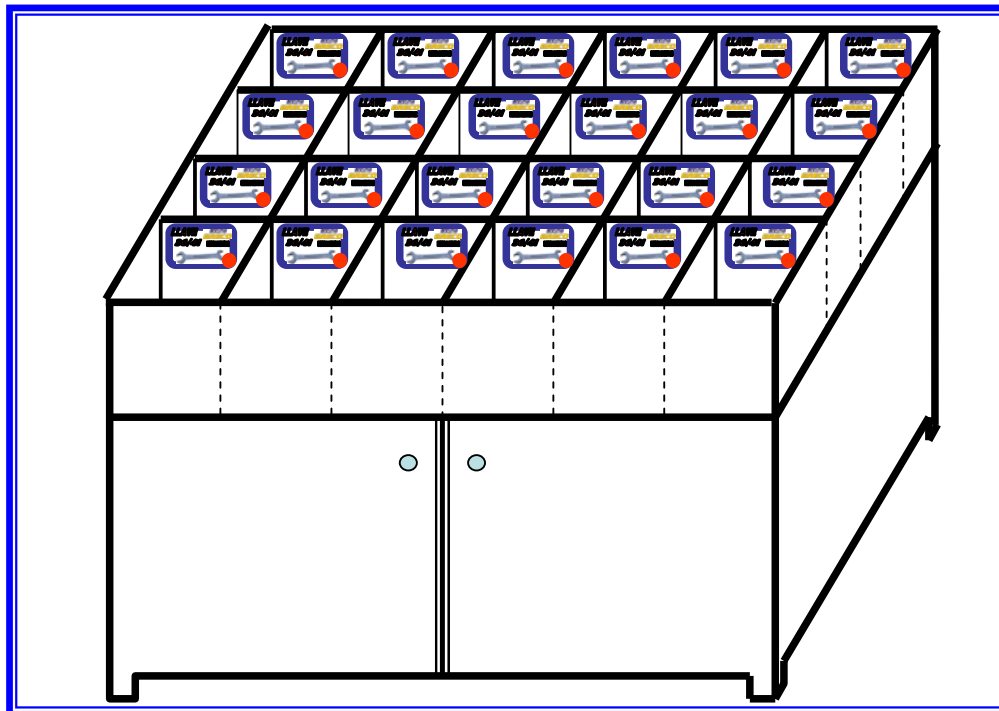
Figura N° 44. Diseño de etiquetas para compartimientos del estante de herramientas.



Fuente: Elaboración Propia

El estante para herramientas con las etiquetas diseñadas se puede apreciar en la figura N° 45.

Figura N° 45. Estante de las herramientas con las etiquetas en sus compartimientos.



Fuente: Elaboración Propia



- **Seiso (Limpiar)**

Para la implantación de este pilar se propone realizar lo siguiente:

1. Limpiar y pintar el estante para herramientas y el estante para cuadros.
2. Retirar todos los desperdicios presentes en el suelo del área de trabajo.
3. Establecer un área específica para el almacenamiento de las cajas vacías
4. Adquirir tres contenedores de basura con capacidad de 200Kg para colocarlos en sitios estratégicos del área de ensamble, con el fin de que los operarios depositen los desperdicios en dichos contenedores.
5. Reciclar o botar todas las piezas defectuosas que se disponen dentro del área de ensamble que no tengan ninguna utilidad.

Una vez limpio el lugar de trabajo, lo más importante es mantener esa limpieza, para ello es necesario aplicar la estandarización y disciplina.

- **Seiketsu (Estandarizar)**

Luego de aplicar las tres primeras S, el paso siguiente es determinar los medios para que éstas perduren en el tiempo, para ello se propuso:

Formato de Limpieza Semanal

Como medio para asegurar el mantenimiento del lugar se diseñó un formato de limpieza semanal, es decir, cada semana un operario se encargara de verificar si sus compañeros están cumpliendo con el objetivo de los pilares descritos anteriormente, y antes de retirarse de la empresa después de su jornada laboral diaria, es su responsabilidad que el área de trabajo esté en buen estado, de lo contrario debe hacer lo pertinente para solucionarlo. Cada semana se rotará el operario encargado de velar por el orden y la limpieza.

El cumplimiento del formato de limpieza semanal estará a cargo del supervisor del área de producción. En el cuerpo del formato se indica el nombre del responsable, la semana correspondiente y un conjunto de preguntas que el operario encargado debe hacerse, seleccionando con una X la opción *SI* o *NO* con el fin de verificar si después de la jornada laboral diaria se cumplen con los estándares de limpieza siguientes: Herramientas en su respectivo lugar, las cajas de cantón están ubicadas adecuadamente, desperdicios en el suelo y retiro de la basura de los contenedores. Si la respuesta es *NO*, el responsable debe solucionarlo.

El Formato de Limpieza Semanal se presenta en la figura N°46.



Figura N° 46. Formato Semanal de Limpieza.

ORDEN Y LIMPIEZA

RESPONSABLE: _____ **SEMANA:** ___ al ___ de _____ del 2008

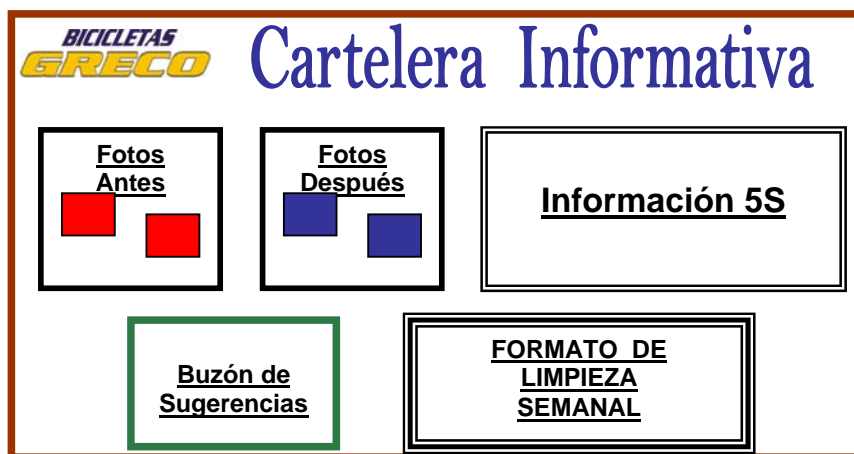
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
<i>Marque con una X</i>				
1) Las Herramientas se encuentran en su respectivo lugar: Si___ No___	1) Las Herramientas se encuentran en su respectivo lugar: Si___ No___	1) Las Herramientas se encuentran en su respectivo lugar: Si___ No___	1) Las Herramientas se encuentran en su respectivo lugar: Si___ No___	1) Las Herramientas se encuentran en su respectivo lugar: Si___ No___
2) Las cajas de cartón se encuentran en el lugar adecuado Si___ No___	2) Las cajas de cartón se encuentran en el lugar adecuado Si___ No___	2) Las cajas de cartón se encuentran en el lugar adecuado Si___ No___	2) Las cajas de cartón se encuentran en el lugar adecuado Si___ No___	2) Las cajas de cartón se encuentran en el lugar adecuado Si___ No___
3) Hay desperdicios en el suelo Si___ No___	3) Hay desperdicios en el suelo Si___ No___	3) Hay desperdicios en el suelo Si___ No___	3) Hay desperdicios en el suelo Si___ No___	3) Hay desperdicios en el suelo Si___ No___
4) Hace falta retirar la basura de los contenedores Si___ No___	4) Hace falta retirar la basura de los contenedores Si___ No___	4) Hace falta retirar la basura de los contenedores Si___ No___	4) Hace falta retirar la basura de los contenedores Si___ No___	4) Hace falta retirar la basura de los contenedores Si___ No___
<i>Si algún resultado es de Negación, haga lo pertinente para ORGANIZAR y/o LIMPIAR</i>				
<i>Elaborado por: De Abreu Pedro y Hernández Juheidy.</i>				<i>Fecha: 05/03/2008.</i>

Fuente: Elaboración Propia

Cartelera de Información

La cartelera tiene la finalidad de mantener informado a los operarios, supervisores, ingenieros y público en general, sobre programas de cambios a realizar (mediante fotografías del antes y después de aplicar la metodología 5S), el nombre del operario encargado de la limpieza semanal, información general sobre las ventajas de la metodología 5S y buzón de sugerencias. Esta cartelera estará fabricada de aluminio de 1x0.5m, con un marco de aluminio de 7cm de espesor. En la figura N° 47 se ilustra la cartelera propuesta.

Figura N° 47. Modelo de Cartelera Informativa.



Fuente: Elaboración Propia

- **Shitsuke (Disciplina)**

Este último pilar está relacionado directamente con el cambio cultural de las personas, sin embargo se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Ganar en hábitos y disciplina es cuestión de tiempo, no obstante para mantener la motivación y el entusiasmo de la implementación se propone realizar talleres o charlas de refuerzo de conocimientos donde los mismos trabajadores se involucren y compartan la información obtenida sobre la metodología 5S.

6.1.2 Instructivo de Trabajo

Con el fin de reducir los tiempos de preparación debido al desconocimiento de las herramientas y materiales a utilizar en los procesos ensamble de cada uno de los 20 modelos de bicicleta, para eliminar la dependencia de los operarios hacia el supervisor y para normalizar el proceso de ensamble de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, se propone realizar un formato que contenga la información necesaria sobre las operaciones, materiales y herramientas para cada producto y las características que influyen en cada uno de los procesos.

Objetivo

Recopilar la información referente a las operaciones, materiales y herramientas para cada modelo de bicicleta por línea de ensamble, para que esté a disposición del personal que labora en el área de producción.

Beneficios

- ☆ Evita las paradas de producción por falta de información y desconocimiento de las herramientas y/o materiales a usar por modelo de bicicleta en un 100%, ya que actualmente los operarios tardan 30



minutos cada vez que hay cambios en el modelo de bicicleta que van a producir, según el estudio de tiempos realizado en el capítulo anterior.

- ☆ Normaliza el proceso de ensamble de la empresa *Distribuidora Greco C.A*
- ☆ Presenta toda la información necesaria en formatos para cada uno de los modelos de bicicleta de forma sencilla, clara y de fácil comprensión.

Desperdicio que Elimina / Reduce

- ↳ Paradas Menores en las líneas de ensamble

Metodología

Para la elaboración del instructivo de trabajo se siguieron los siguientes pasos:

Paso 1. Recolección de Información












Con la ayuda de los operarios, supervisores e ingenieros de la empresa, se recopiló toda la información necesaria para realizar el instructivo de trabajo, para ello se elaboraron los Diagramas de Operaciones del Proceso el cual la empresa no disponía, además, se tomaron fotos de las herramientas y materiales necesarios para cada línea de ensamble por modelo de bicicleta.

Paso 2. Diseño del Instructivo de Trabajo

Después de haber recabado la información, se procedió a realizar el diseño del formato del instructivo de trabajo. En la figura N° 48 se muestra el instructivo de trabajo de la línea de ensamble 1 para la familia de modelos MTB.



Figura N° 48. Instructivo de Trabajo de la línea 1. Modelos: MTB

		INSTRUCTIVO DE TRABAJO ENSAMBLE MANUBRIO <i>Línea 1</i>			<i>Ensamble Final:</i> 	
		Modelo: Titán y Pólux Duración: 54 segundos.		1/1		
Operaciones del Proceso	Código	TE (seg)	Descripción del Proceso	Materiales		Herramientas
Poste Potencia 	01	17,34	Unir poste con potencia	<i>Poste (1)</i> 	<i>Potencia (1)</i> 	<i>Pistola Neumática de llave ale 6mm (1)</i> 
Manubrio 	02	10,91	Ensamblar Manubrio al conjunto Poste Potencia	<i>Manubrio (1)</i> 		Manual
Manillas de Freno 	03	6,53	Introducir manillas de freno al manubrio	<i>Manillas de Freno (1 par)</i> 		<i>Llave Allen múltiple (1)</i> 
Puños 	04	9,43	Introducir puños al manubrio	<i>Puños (2)</i> 		Manual
	05	8,16	Ajuste de manillas de freno	---		Manual
Manillas de Cambios 	06	30,78	Introducir y ajustar manillas de cambio.	<i>Manillas de Cambios</i> 		<i>Pistola Neumática (1)</i> 
<i>Elaborado por: De Abreu Pedro y Hernández Juheidy.</i>						<i>Fecha: 28/02/2008.</i>

Paso 3. Funcionamiento del Instructivo de Trabajo

El Instructivo de Trabajo debe estar a disposición de los operarios del área de producción, y de haber un nuevo modelo de bicicleta, se debe generar su respectivo instructivo de trabajo para así dejar registro de las operaciones, herramientas y materiales que se deben aplicar.

A continuación se presenta la descripción de cada ítem que conforma el instructivo de trabajo para su adecuado llenado.

Tabla N° 75. Descripción del formato del Instructivo de Trabajo.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Operaciones del Proceso	Es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones e inspecciones que se realizan en la línea.
Código	Representa el número de cada operación o inspección según la secuencia del proceso.
Descripción del proceso	En ella se describe cual es la actividad a realizar y como debe realizarse el proceso, las herramientas a usar y los materiales necesarios.
Materiales	Se ilustra mediante fotos los materiales a usar en el proceso, permitiendo al operario identificarlos más rápidamente.
Herramientas	Se ilustra mediante fotos la(s) herramienta(s) a usar, permitiendo al operario reducir el tiempo de búsqueda.
Ensamble Final	Ilustra mediante una fotografía el ensamble final de la línea.
Encabezado Central	Debe contener el nombre del formato: Instructivo de Trabajo; el tipo de ensamble a realizar; la línea respectiva; el modelo de bicicleta; la duración promedio del ensamble y el número de la página actual sobre el total.
Elaborado por.	En él se escribe el nombre de la persona que realizó el Instructivo de Trabajo.
Fecha	Fecha de elaboración del Instructivo

Fuente: Elaboración Propia.

6.1.3 Balance de Línea de Ensamble 2

El Balance de Líneas trata de la asignación de todas las unidades de trabajo a una serie de estaciones de trabajo, de tal manera que cada estación no realice más trabajo del permitido por el tiempo de ciclo deseado (60 segundos por unidad) y que la suma de los tiempos de ocio en todas las estaciones sea mínima. Para ello se aplicó el *Método de las Posiciones Ponderadas de Helgeson y Birnie* para la estación *cuello de botella*, es decir, la línea de ensamble 2, tal como se demostró en el estudio de tiempos del capítulo anterior.

Objetivo

Realizar el Balance de la línea de ensamble 2 a través del *Método de las Posiciones Ponderadas de Helgeson y Birnie*, con el fin eliminar el cuello de botella presente en dicha línea.

Metodología

Para la realización del Balance de Líneas se aplicó el *Método de las Posiciones Ponderadas de Helgeson y Birnie*:

Este método se aplicó en la segunda línea de ensamble, es decir, para el ensamble del cuadro con tazas y horquilla, con el fin de eliminar el cuello de botella del área de producción de la empresa. La sistemática del método se muestra a continuación para la familia de modelos de bicicleta MTB, siendo aplicable para las demás familias ya que sus operaciones son muy similares:

- Diagrama de Precedencias de la primera estación de la línea 2 de ensamble.

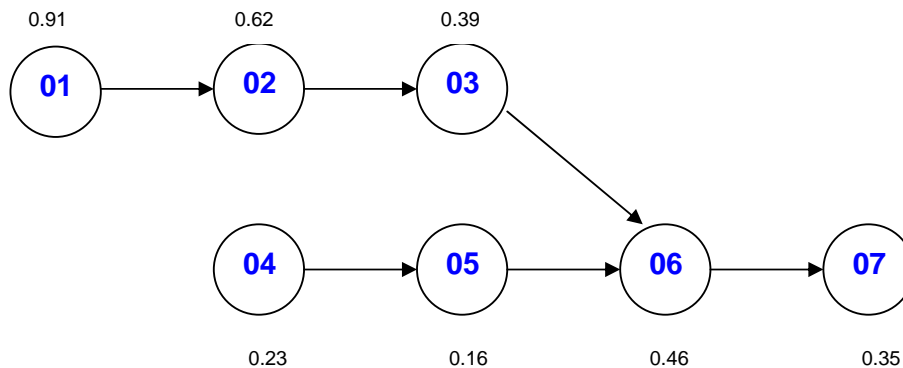
Los diferentes elementos de la operación y sus tiempos promedios de ejecución (TPS) de la estación en estudio se presentan en la tabla N° 76.

Tabla N° 76. Descripción de los elementos de la línea 2 y el tiempo promedio de la operación.

Elemento de la Operación	Código	Tiempo Promedio (segundos)	Tiempo Promedio (minutos)
Enroscar tasas, rolineras y grasa al cuadro	01	54,35	0.91
Introducir eje central y tasas al cuadro	02	37,37	0.62
Introducir y ajustar rolinera, tasas del brazo y contratuerca al cuadro	03	22,46	0.39
Quitar protección del cuadro	04	13,74	0.23
Unir rolinera y grasa a la horquilla	05	9,60	0.16
Unir rolinera y tasa superior a el cuadro con horquilla	06	27,66	0.46
Introducir y ajustar anillo y tuerca al sub. conjunto Cuadro-Horquilla	07	21,10	0.35

Fuente: Elaboración Propia.

El Diagrama de Precedencias es el siguiente:



- Matriz de Precedencias

La Matriz de Precedencia es una presentación alternativa del Diagrama de Precedencias. La notación empleada es la siguiente:

- + 1: debe preceder
- 1: no debe preceder
- 0: indiferencia

La Matriz de Precedencias se muestra a continuación:

Tabla N° 77. Matriz de Precedencias.

Tiempo del Elemento (minutos)	Unidad De Trabajo	1	2	3	4	5	6	7
0.91	1	0	1	1	0	0	1	1
0.62	2	-1	0	1	0	0	1	1
0.39	3	-1	-1	0	0	0	1	1
0.23	4	0	0	0	0	1	1	1
0.16	5	0	0	0	-1	0	1	1
0.46	6	-1	-1	-1	-1	-1	0	1
0.35	7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0

Fuente: Elaboración Propia.

- Cálculo de Posiciones Ponderadas

Tabla N° 78. Cálculo Posiciones Ponderadas para la primera unidad de trabajo.

Unidad de Trabajo	01	02	03	04	05	06	07
01	0	1	1	0	0	1	1
Tiempo de unidad de trabajo (min)	0.91	0.62	0.39	---	---	0.46	0.35

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Posición Ponderada: } 0.91+0.62+0.37+0.46+0.35 = \mathbf{2.73}$$

De esta manera similar se calculan las Posiciones Ponderadas para cada unidad de trabajo. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 79. Posiciones Ponderadas de las unidades de trabajo.

Unidad de Trabajo	Posiciones Ponderadas	Precedencia Inmediata
01	2.73	---
02	1.82	01
03	1.20	02
04	1.19	---
05	0.97	04
06	0.81	05 y 03
07	0.35	06

Fuente: Elaboración Propia.

- Tiempo de Ciclo

En este caso, tiempo de duración del ciclo es de **1 minuto** (60 segundos) por unidad ensamblada.

- Asignación de unidades de trabajo

La asignación de las unidades de trabajo se hace dando prioridad a aquellas con las mayores posiciones ponderadas. El tiempo de operación de cada estación de trabajo no puede ser mayor que el tiempo de ciclo. En la tabla N° 80 se muestra la asignación de las unidades de trabajo.

Tabla N° 80. Asignación de las unidades de trabajo a la Estación 1.

Unidad de Trabajo	Posición Ponderada	Precedencia Inmediata	Tiempo de la unidad de Trabajo (min)	Tiempo acumulado de la estación 1 (min)	Tiempo no asignado (min)	Observaciones
01	2.73	---	0.91	0.91	0.09	Asignada
02	1.82	01	0.62	---	---	Rechazada
03	1.20	02	0.39	---	---	Rechazada
04	1.19	---	0.23	---	---	Rechazada
05	0.97	04	0.16	---	---	Rechazada
06	0.81	05 y 03	0.46	---	---	Rechazada
07	0.35	06	0.35	---	---	Rechazada

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 81. Asignación de las unidades de trabajo a la Estación 2.

Unidad de Trabajo	Posición Ponderada	Precedencia Inmediata	Tiempo de la unidad de Trabajo (min)	Tiempo acumulado de la estación 1 (min)	Tiempo no asignado (min)	Observaciones
02	1.82	01	0.62	0.62	0.38	Asignada
03	1.20	02	0.39	---	---	Rechazada
04	1.19	---	0.23	0.85	0.15	Asignada
05	0.97	04	0.16	---	---	Rechazada
06	0.81	05 y 03	0.46	---	---	Rechazada
07	0.35	06	0.35	---	---	Rechazada

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 82. Asignación de las unidades de trabajo a la Estación 3.

Unidad de Trabajo	Posición Ponderada	Precedencia Inmediata	Tiempo de la unidad de Trabajo (min)	Tiempo acumulado de la estación 1 (min)	Tiempo no asignado (min)	Observaciones
03	1.20	02	0.39	0.39	0.61	Asignada
05	0.97	04	0.16	0.55	0.45	Asignada
06	0.81	05 y 03	0.46	---	---	Rechazada
07	0.35	06	0.35	---	---	Rechazada

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 83. Asignación de las unidades de trabajo a la Estación 4.

Unidad de Trabajo	Posición Ponderada	Precedencia Inmediata	Tiempo de la unidad de Trabajo (min)	Tiempo acumulado de la estación 1 (min)	Tiempo no asignado (min)	Observaciones
06	0.81	05 y 03	0.46	0.46	0.54	Asignada
07	0.35	06	0.35	0.81	0.19	Asignada

Fuente: Elaboración Propia.

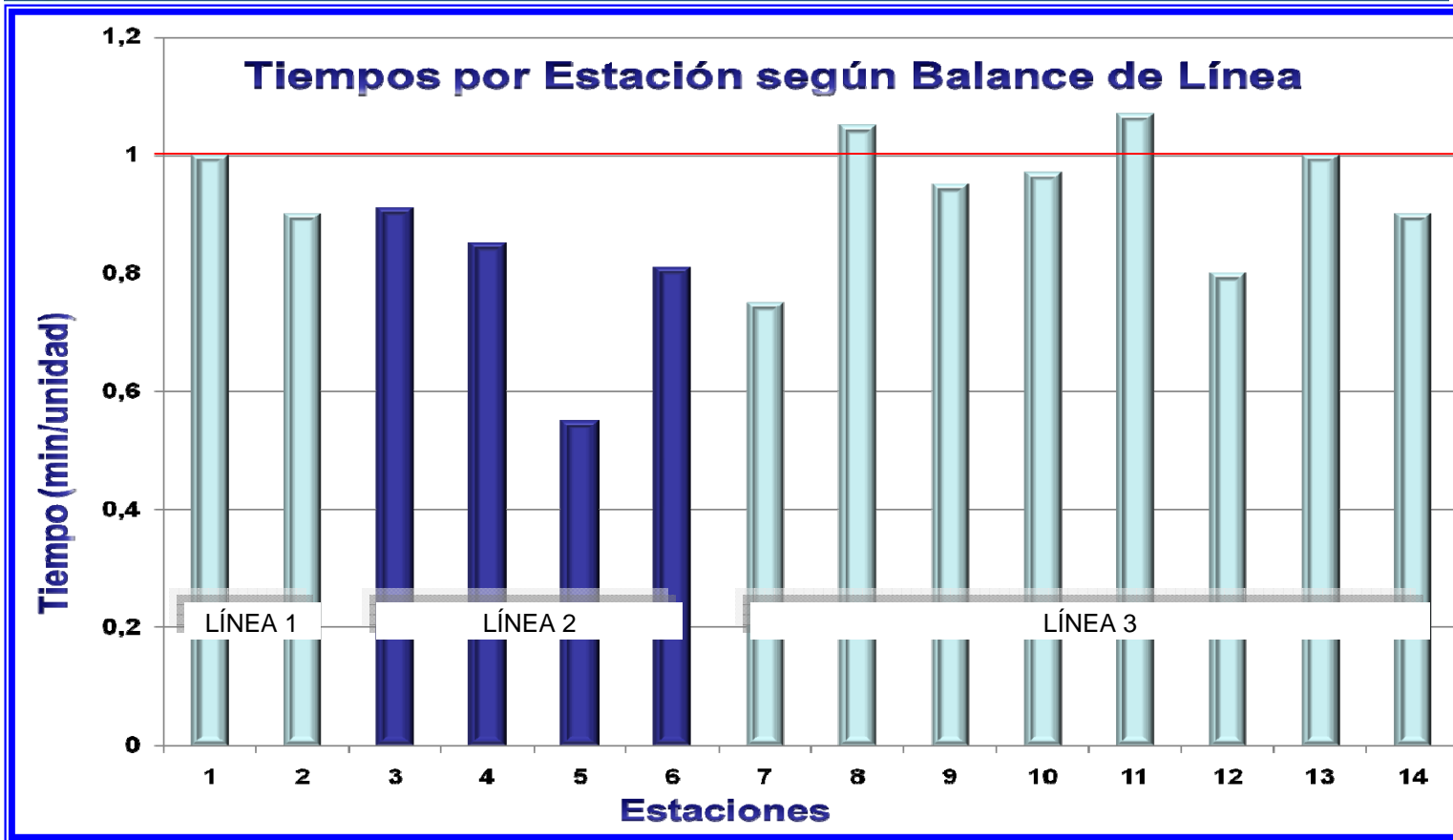
Las asignaciones a cada estación serán entonces:

Tabla N° 84. Resumen de las asignaciones de las unidades de trabajo.

Estación de Trabajo	Unidades de trabajo	Tiempo de operación de cada estación (min)	Tiempo de Ocio (min)
I	01	0.91	0.09
II	02 y 04	0.85	0.15
III	03 y 05	0.55	0.45
IV	06 y 07	0.81	0.19

Fuente: Elaboración Propia.

El Tiempo de Ciclo Propuesto es de **0.91 min/unidad**. En el gráfico N°6 se muestran los tiempos de todas las estaciones de ensamble de la empresa.



Fuente: Elaboración Propia

Beneficios

- ☆ Reduce el tiempo de ciclo de la línea en un 15% (0.155 min/unidad). Actualmente la primera estación de la línea de ensamble 2 tiene un tiempo promedio de 2.13min por cada dos unidades ensambladas, con el balance propuesto se aumenta de dos a tres estaciones, reduciendo el tiempo promedio a 0.91 minutos por cada ensamble.
- ☆ Elimina la estación cuello de botella (estación 2), ya que el tiempo propuesto del ciclo es menor al tiempo establecido de 1 minuto por unidad.
- ☆ Permite el ensamble de forma continua, ya que se elimina el cuello de botella demostrado en el estudio de tiempos del capítulo anterior.
- ☆ Aumenta en un 37.5% la producción de bicicletas, ya que elimina el cuello de botella actual, se aumenta la producción promedio de 250 a 480 unidades (1 ensamble por minuto con una jornada laboral de 8 horas diarias).
- ☆ Elimina el uso de horas de sobretiempo en temporadas altas.
- ☆ Utilización del sistema halar entre las líneas de ensamble, ya que el proceso será continuo.
- ☆ Disminución del tiempo de ocio de la línea 3 en un 90%, ya que la propuesta del balance de la línea 2 reduce el tiempo de ciclo de 2.13min por cada dos unidades ensambladas a 0.91 minutos por cada ensamble.

Desperdicio que Elimina / Reduce

- ↳ Tiempo de Ocio.
- ↳ Cuello de Botella.

6.1.4 Rediseño de la mesa de trabajo de la línea de ensamble 2.

Esta propuesta consiste en modificar la línea de ensamble 2, específicamente la primera mesa de trabajo, en donde se ensambla el cuadro con las tazas direccionales y centrales. El rediseño de esta mesa de trabajo tiene como fin lograr el balance de la línea de ensamble 2 planteada en la propuesta anterior, ya que dicho balance de línea establece tres estaciones de trabajo para obtener la tasa de producción deseada, sin embargo, actualmente esta mesa de trabajo posee dos estaciones únicamente.

La modificación de la primera mesa de trabajo de la línea 2 consiste principalmente en la ampliación de su longitud, permitiendo tener tres estaciones en vez de dos. Además, se propone adicionar a cada estación un sujetador para colocar el ensamble después de haberlo ensamblado, permitiendo reducir el inventario en proceso y los movimientos de orden superior provocados al colocar el ensamble terminado en el suelo.

Objetivo

Rediseñar la primera mesa de trabajo de la línea de ensamble 2 de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, para lograr el balance de dicha línea, reducir a tres unidades el inventario de productos en proceso y eliminar los movimientos de orden superior.

Beneficios

- ☆ Permite lograr el Balance de la línea de ensamble 2, provocando que el proceso de ensamble sea continuo.

- ☆ Reducción del 90% del tiempo de ocio de la línea de ensamble 3 debido al desbalance de la línea 2.
- ☆ Eliminación de los movimientos de quinto orden o de orden superior al colocar la unidad ensamblada en el suelo y al ser recogida por el operario de la segunda mesa de trabajo, ya que los niveles de riesgo son altos, tal como se aprecia en el *Análisis REBA* presentado en el capítulo anterior.
- ☆ Reducción del inventario de productos en proceso de 30 a 3 unidades.
- ☆ El costo del rediseño y de los materiales a usar son accesibles.

Desperdicio que Elimina / Reduce

- ↳ Condiciones que provocan fatiga.
- ↳ Excesivo inventario de material en proceso.
- ↳ Tiempo de Ocio.

Metodología

Para el rediseño de la primera mesa de trabajo de la línea de ensamble 2 se siguieron los siguientes pasos:

Paso 1. Recolección de Información

Con la técnica de la medición se obtuvo la información de las diferentes dimensiones de la mesa de trabajo a modificar, siendo de 170x87x30xcm, además, posee dos ejes de acero (20cm de largo y 5cm de diámetro) soldados en la parte superior para sujetar y girar el cuadro de la bicicleta al momento de ensamblar sus componentes, esos ejes tienen 1.5m de separación. Dicha mesa de trabajo también tiene una zanja soldada en la parte superior de 140x17x5cm en el cual se colocan

los recipientes, materiales, herramientas e insumos necesarios para el proceso de ensamble. En ella laboran dos operarios.

Paso 2. Rediseño de la mesa de trabajo

Después de haber recabado la información, se procedió a realizar el rediseño de la mesa de trabajo, que consiste principalmente en la ampliación de su longitud, permitiendo tener tres estaciones en vez de dos. La nueva mesa de trabajo será de 320x87x30xcm, con tres ejes de acero con una distancia entre ejes de 1.5m que permite la comodidad de los tres operarios.

Paso 3. Funcionamiento de la mesa de trabajo propuesta

El funcionamiento de la mesa de trabajo propuesta para el ensamble del cuadro con las tazas centrales y direccionales es muy similar al actual, a excepto que la propuesta incluye una nueva estación de trabajo y por ende un nuevo operario, permitiendo que cada 0.91 minutos se ensamble una unidad en vez de 2.13 minutos, disminuyendo el tiempo de ocio de la línea automatizada.

Por otro lado, dicha propuesta abarca la inclusión a la mesa de trabajo de tres sujetadores, permitiendo que cada vez que un operario termine su ensamble lo coloquen en su respectivo sujetador en vez de colocarlo en el suelo como ocurre actualmente. Posteriormente el operario de la otra mesa de trabajo busca el ensamble en la mesa modificada en vez de recogerlo en el suelo.

En la *Apéndice 3* se muestra el diseño de la mesa de trabajo de la línea 2.

6.1.5 Creación del Área de Separación y Activación.

Esta propuesta tiene como fin la creación de un área específica para las actividades de separación y activación de materiales, que consiste principalmente en una mesa de trabajo ubicada dentro del área de producción de la empresa, ya que dichas operaciones actualmente son realizadas por dos operarios en varios lugares del área de producción, provocando desplazamientos innecesarios, que dificultan el proceso continuo del ensamble de bicicletas por su elevado tiempo de ejecución (1 hora con 20 minutos por cada 50 ensambles), además, esas actividades causan condiciones que provocan fatiga con un nivel de riesgo medio y alto para las actividades de separación y activación respectivamente, como se aprecia en el *Análisis REBA* presentado en el capítulo anterior.

Dicha propuesta también abarca el diseño de una serie de carros transportadores de materiales, en el cual se introducirán los lotes de los materiales ya separados, y serán trasladados desde la mesa de separación y activación hasta cada línea de ensamble. Para la implantación del Área de Activación y Separación de manera eficiente, es necesario hacer una redistribución en planta, permitiendo reducir el recorrido del activador.

Objetivo

Diseñar una mesa de trabajo, diseñar una serie de carros transportadores de materiales y redistribuir el área de producción, con la finalidad de reducir en un 100% el tiempo de ocio en las líneas de ensamble debido al elevado tiempo requerido para la separación y activación de materiales y reducir el recorrido del activador.

Beneficios

- ☆ Evita paradas de producción por falta de materiales en un 100%, ahorrándose 120 minutos por día como aprecia en el estudio de tiempos del capítulo anterior.
- ☆ Elimina el desorden y el congestionamiento al evitar la colocación de las cajas con materiales en el suelo.
- ☆ Se eliminan las condiciones que provocan fatiga a los activadores y separadores al evitar cargar las cajas (15Kg. aproximadamente) y colocar los materiales en contenedores ubicados en el suelo, ya que producen movimientos de orden superior y nivel de riesgo alto, tal como se aprecia en el *Análisis REBA* presentado en el capítulo anterior.
- ☆ El Área de Separación y Activación estará ubicada cerca de las líneas de ensamble, reduciendo un total de 10m de recorrido del activador por lote de 50 unidades.
- ☆ Los carros transportadores son multiusos, permitiendo el manejo de materiales y al mismo tiempo ser contenedores con capacidad de 50 unidades.
- ☆ Los carros transportadores no requieren de mantenimiento, y los materiales para su fabricación son accesibles.
- ☆ La capacidad de los carros transportadores son mayores a los contenedores actuales, disminuyendo así las paradas por falta de materiales.
- ☆ Reduce el recorrido del activador en un 27,63%, ya que actualmente el activador recorre 76m por cada lote de 50 unidades (ver análisis de recorrido del activador del capítulo anterior), y con la propuesta de redistribución en planta el recorrido será de 55 metros.
- ☆ Eliminación del congestionamiento del área de producción por la disposición actual de las líneas 1 y 2. En la redistribución realizada se

aumento la distancia de separaron entre las líneas 1 y 2, ya que ambas no son dependientes, evitando cruces e interferencias entre los operarios de dichas líneas.

Desperdicio que Elimina / Reduce

- Obstáculos
- Manejo de materiales excesivo o inadecuado
- Condiciones que provocan fatiga
- Tiempo de Ocio

6.1.5.1 Diseño de Mesa de Activación y Separación.

La propuesta del Área de Separación y Activación de Materiales comprende el diseño de una mesa de trabajo de 5x1x1m, de acero y de 4 bases, que permitirá a los separadores y activadores colocar sobre ella todos los materiales a ensamblar (excepto cuadros y ruedas, ya que poseen un estante propio) con el fin de separarlos y ordenarlos en lotes de 50. En el *Apéndice 4* se aprecia el diseño de la mesa de trabajo del área de separación y activación con sus respectivas medidas.

6.1.5.2 Diseño de Carros Transportadores

Los carros transportadores permitirán introducir los lotes de los materiales ya separados para ser trasladarlos desde la mesa de activación y separación hasta cada línea de ensamble. Estos carros servirán también como contenedores de materiales con capacidad para 50 ensambles, ya que habrá dos carros por tipo, uno en el área de activación y otro en cada línea de ensamble como contenedor. Al momento previo de agotarse los materiales en los carros contenedores, el activador ya debe tener lista el otro carro para realizar el cambio, permitiendo una producción continua. En la tabla N° 85 se presentan las características, dimensiones y cantidad de carros transportadores necesarios:

Tabla N° 85. Características y descripción de los carros transportadores.

Tipo de Carro Transportador	Características y Dimensiones	Cantidad
I	Este tipo de carro tendrá las siguientes dimensiones: 80x40x60cm, elaborado en metal y constituido por una sección en forma de cesta de 40x40x60cm, en donde se colocarán las horquillas de bicicletas que se utilizarán en la línea de ensamble 2, su capacidad es de 50 unidades (Peso: 50Kg). Este carro transportador tendrá 4 ruedas multidireccionales para agilizar el traslado y 4 empuñaduras dispuestas en cada lado a una altura de 80cm por donde el operario empujará dicho carro. <i>Ver Apéndice 5.</i>	2
II	Este tipo de carro tendrá las siguientes dimensiones: 80x40x50cm, elaborado en metal y constituido por una sección en forma de cesta de 20x40x50cm, subdividido en 8 contenedores, seis de los cuales tiene unas dimensiones de 20x20x10cm, en donde se colocarán los siguientes materiales: ejes central o bielas central; ruedas libre; rodamientos y contratuercas; tazas centrales; tazas direccionales y tuercas con arandelas. Los otros dos contenedores son de 20x20x20cm, en donde se colocarán los soportes para cestas y/o protectores de cadena y el envase de grasa mecánica. Este tipo de carro se utilizará en la línea de ensamble 2, y tiene una capacidad es de 50 unidades por material (Peso: 30Kg). Este carro transportador tendrá 4 ruedas multidireccionales para agilizar el traslado y 4 empuñaduras dispuestas en cada lado a una altura de 80cm por donde el operario empujará dicho carro. <i>Ver Apéndice 6.</i>	2
III	Este tipo de carro tendrá las siguientes dimensiones: 80x40x60cm, elaborado en metal y constituido por una sección en forma de cesta de 40x40x60cm, subdividido en 3 contenedores de 40x40x20cm, en donde se colocarán los siguientes materiales: manubrios, poste y potencia. Este tipo de carro se utilizará en la línea de ensamble 1, y tiene una capacidad es de 50 unidades por material (Peso: 20Kg). Este carro transportador tendrá 4 ruedas multidireccionales para agilizar el traslado y 4 empuñaduras dispuestas en cada lado a una altura de 80cm por donde el operario empujará dicho carro. <i>Ver Apéndice 7.</i>	2
IV	Este tipo de carro tendrá las siguientes dimensiones: 80x40x50cm, elaborado en metal y constituido por una sección en forma de cesta de 20x40x50cm, subdividido en 4 contenedores, dos de los cuales tiene unas dimensiones de 20x20x20cm, en donde se colocarán los siguientes materiales: palancas de cambios y puños. Otro contenedor es de 20x40x20cm, en donde se colocarán las palancas de frenos. El último contenedor es de 20x40x10cm, en el se introducirán los cachos o tirantes. Este tipo de carro se utilizará en la línea de ensamble 1, y tiene una capacidad es de 50 unidades por material (Peso: 20Kg). Este carro transportador tendrá 4 ruedas multidireccionales para agilizar el traslado y 4 empuñaduras dispuestas en cada lado a una altura de 80cm por donde el operario empujará dicho carro. <i>Ver Apéndice 8.</i>	2
V	Este tipo de carro tendrá las siguientes dimensiones: 80x40x50cm, elaborado en metal y constituido por una sección en forma de cesta de 20x40x50cm, subdividido en 3 contenedores, dos de los cuales tiene unas dimensiones de 20x20x20cm. El otro contenedor es de 20x40x30cm. En esos contenedores se colocarán los materiales necesarios para cada par de estaciones de trabajo de la línea 3 o automatizada, con una capacidad de 50 unidades por material (Peso: 20Kg). Este carro transportador tendrá 4 ruedas multidireccionales para agilizar el traslado y 4 empuñaduras dispuestas en cada lado a una altura de 80cm por donde el operario empujará dicho carro. <i>Ver Apéndice 9.</i>	8

Fuente: Elaboración Propia.

6.1.5.3 Redistribución en Planta

La ubicación actual de las líneas de ensamble, los estantes y las áreas de activación no permiten un buen flujo de las operaciones, presentando un inadecuado aprovechamiento del espacio físico disponible, provocando cruces e interferencias entre los operarios y congestión, además, el activador realiza excesivos recorridos para la búsqueda de los materiales necesarios y para su traslado con carretilla hacia cada línea de ensamble, tal como se muestra en el análisis de recorrido del capítulo anterior.

Para solventar esta situación se propuso redistribuir la línea de ensamble 1, incluir el área de activación y el almacén temporal de materia prima. En la siguiente tabla se muestra el recorrido (m) por cada lote de 50 unidades que realizará el activador al implementar la propuesta.

Tabla N° 86. Recorrido Propuesto del Activador por cada lote de 50 unidades.

RECORRIDO ACTIVADOR	Almacén temporal de MP	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea de Empaque	Total Recorrido por cada 50 unidades
Área de Activación	1m	10m	5m	20	19m	55m

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 87 se muestra la comparación del recorrido entre la distribución actual y el propuesto, así como el porcentaje de mejora.

Tabla N° 87. Comparación del recorrido actual y propuesto.

Recorrido al día del Activador en la búsqueda y traslado de materiales (m)		
Método Actual	Método Propuesto	% de Mejora
76	55	27,63%

Fuente: Elaboración Propia.

Para el debido funcionamiento del área de separación y activación se necesitarán tres operarios con dedicación exclusiva para trabajar en dicha área, esto debido a gran cantidad de materiales que posee una bicicleta. La empresa cuenta actualmente con dos operarios, uno para la activación y otro para la separación de materiales, siendo necesario la contratación de un nuevo trabajador para ejercer la función de activación y separación.

En el *Apéndice 10* se muestra la distribución en planta propuesta.

6.2 Evaluación Económica de las Propuestas de Mejora

Se realizó la evaluación económica para determinar la rentabilidad de las propuestas planteadas dado que representa una medida que permite conocer el resultado global de la operación de un proyecto desde un punto de vista económico. Para demostrar dicho análisis se utilizó como herramienta económica el tiempo de pago.

6.2.1 Aplicación de la Metodología 5S

- *Costos Requeridos para la Aplicación de la Metodología 5S*

En la tabla N° 88 se aprecian los costos requeridos para la implementación de la metodología 5S.

Tabla N° 88. Costos de la Propuesta 1: Aplicación de las 5S.

	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (BsF.)
Etiquetas	Pliego de Cartulina Blanca	3	0,70 BsF./unidad	2,10
	Plastificación de etiquetas de 12x8cm	24	2,00 BsF./plastificado	48,00
Formato de Limpieza	Costo de Ingeniería	1 Formato (8 horas de trabajo)	9,50 BsF./hora	76,00
Cartelera de Aluminio	Pliego de Papel Bond	2	0,65 BsF./unidad	1,30
	Cartelera de Aluminio	1 (1x0.5m)	0,00 (La empresa posee una cartelera de aluminio)	0,00
Costo Total de Aplicar las 5S				127,40

Fuente: Abastos Principal (2008) y Papelería Paraíso (2008).

- *Tiempo Ahorrado*

El Tiempo Ahorrado al implementar la Metodología 5S es de **23.04 minutos al día.**

- *Ingresos asignables al Tiempo Ahorrado*

El tiempo ahorrado de esta propuesta puede ser utilizado como tiempo efectivo de producción, considerando la duración esperada de 1 ensamble por cada minuto y los ingresos promedio por unidad de 150,00 BsF., el ingreso asignable al tiempo ahorrado es:

T ahorrado = **23.04 min/día**

Producción Recuperada = (1bicicleta/min)*(23.04min/día) = **23 bicicletas/día**

Ingreso Asignable = (150BsF./bicicleta)*(23bicicletas/día) = **3.450,00 BsF./día**

- *Tiempo de Pago*

El tiempo de pago en este caso, refleja el tiempo en que se la empresa recupera la inversión de la propuesta planteada. Para ello se observa que con solo fabricar una (1) bicicleta en las primeras horas de una jornada se recupera la inversión, es decir un día.

6.2.2 Instructivo de Trabajo

- *Costos Requeridos para la implementación del Instructivo de Trabajo*

Tabla N° 89. Costos de la Propuesta 2: Instructivo de Trabajo.

Descripción		Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (BsF.)
Formato del Instructivo de Trabajo	Costo de Ingeniería	20 Formatos (1 formato por modelo; 16 horas de trabajo por formato)	(9,50 BsF./hora)* (16horas/formato) = 152 BsF./formato	3.040,00
Costo Total del Instructivo de Trabajo				3.040,00

Fuente: Elaboración Propia.

- *Tiempo Ahorrado*

El Tiempo Ahorrado al implementar el Instructivo de trabajo es de **30 minutos al día**.

- *Ingresos asignables al Tiempo Ahorrado*

El tiempo ahorrado de esta propuesta puede ser utilizado como tiempo efectivo de producción, considerando la duración esperada de 1 ensamble por cada minuto y los ingresos promedio por unidad de 150,00 BsF., el ingreso asignable al tiempo ahorrado es:

$$T \text{ ahorrado} = \mathbf{30 \text{ min/día}}$$

$$\text{Producción Recuperada} = (1 \text{ bicicleta/min}) * (30 \text{ min/día}) = \mathbf{30 \text{ bicicletas/día}}$$

$$\text{Ingreso Asignable} = (150 \text{ BsF./bicicleta}) * (30 \text{ bicicletas/día}) = \mathbf{4.500,00 \text{ BsF./día}}$$

- *Tiempo de Pago*

Para esta propuesta el tiempo de pago viene representado por solo la fabricación de 11 bicicletas en las primeras horas de una jornada laboral, es decir en un día.

6.2.3 Balance y Rediseño de la Línea de Ensamble 2

- *Costos Requeridos para Balancear la Línea de Ensamble*

Tabla N° 90. Costos de la Propuesta 3 y 4: Balance y Rediseño de la Línea de Ensamble 2.

Descripción		Costo Unitario	Costo Total (BsF.)
Balance de Línea	Costo de Ingeniería	0,00 (A los autores no se les está remunerando por el proyecto realizado)	0,00
	Rediseño de la línea 2		
	3 Tubos de 2*1	28,3	84.9
	Mano de Obra	0.00	85
Costo Total del Balance de la Línea de Ensamble 2			169,9

Fuente: Elaboración Propia.

- *Tiempo Ahorrado*

El Tiempo Ahorrado al implementar el Instructivo de trabajo es de 0,155 minutos por unidad, considerando la producción promedio de 250 unidades diarias, el tiempo ahorrado será de **46.5 min/día**.

- *Ingresos asignables al Tiempo Ahorrado*

El tiempo ahorrado de esta propuesta puede ser utilizado como tiempo efectivo de producción, considerando la duración esperada de 1 ensamble por cada minuto y los ingresos promedio por unidad de 150,00 BsF., el ingreso asignable al tiempo ahorrado es:

T ahorrado = **46.5 min/día**

Producción Recuperada = (1bicicleta/min)*(46.5min/día) = **46 bicicletas/día**

Ingreso Asignable = (150BsF./bicicleta)*(46bicicletas/día) = **6.900,00 BsF./día**

- *Tiempo de Pago*

En éste caso el tiempo de pago es un día, dado que la inversión se recupera en la fabricación de una bicicleta, entonces el tiempo de pago es un día.

6.2.5 Creación del Área de Separación y Activación

- *Costos Requeridos para la Creación del Área de Separación y Activación (Ver tabla N° 91)*

Tabla N° 91. Costos de la Propuesta 5: Creación del Área de Separación y Activación.

	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (BsF.)
Mesa de Activación y Separación	Mano de Obra	1	---	303,8
	Tubo de 2*1	6	28,3	169,8
	Láminas de calibre 20	2	67	134
Carros Transportadores	Ruedas Multidireccionales	64	15	960
	Tubos de 1*1	32	23,3	745,6
	Láminas de calibre 22	24	63	1512
	1 Galón de Fondo	1	45	45
	Electrodo	1 Kg	8	8
	Mano de Obra	16 carros transportadores	300,00 BsF./carro	4800,00
Redistribución en planta	Costo por hora para la Movilización de la Línea 1, Estantes y Materiales	24 horas de trabajo	3,00 BsF./hora	72,00
Costo Total de Area de Separación y Activación				8.750,2

Fuente: Abastos Principal (2008) y Papelería Paraíso (2008).

- *Tiempo Ahorrado*

El Tiempo Ahorrado al implementar el Instructivo de trabajo es de **120min/día.**

- *Ingresos asignables al Tiempo Ahorrado*

El tiempo ahorrado de esta propuesta puede ser utilizado como tiempo efectivo de producción, considerando la duración esperada de 1 ensamble por cada minuto y los ingresos promedio por unidad de 150,00 BsF., el ingreso asignable al tiempo ahorrado es:

$$T \text{ ahorrado} = \mathbf{120\text{min/día}}$$

$$\text{Producción Recuperada} = (1\text{bicicleta/min}) * (120\text{min/día}) = \mathbf{120 \text{bicicletas/día}}$$

$$\text{Ingreso Asignable} = (150\text{BsF./bicicleta}) * (120\text{bicicletas/día}) = \mathbf{18.000,00 \text{BsF./día}}$$

- *Tiempo de Pago*

Para esta propuesta, el tiempo de pago representa la fabricación de 30 bicicletas, es decir que en un día se recupera la inversión.

En la tabla N° 92 se muestra de forma resumida el tiempo de pago, el ingreso asignable y el tiempo de pago para cada propuesta.

Tabla N° 92. Tabla resumen de la Evaluación Económica de cada Propuesta de Mejora.

Propuesta	Tiempo Ahorrado (min/día)	Producción Recuperada (bicicletas)	Ingreso Asignado al Tiempo de Ahorrado (BsF.)	Costo Por propuesta (BsF)	Tiempo de Pago (días)
Aplicación de la Metodología 5S	23.04	23	3.450,00	127,40	1
Instructivo de Trabajo	30	30	4.500,00	3.040	1
Balance de la Línea de Ensamble 2	46.5	46	6.900,00	169,9	1
Rediseño de la Línea de Ensamble 2					
Creación del Área de Separación y Activación	120	120	18.000,00	8.750,2	1
TOTAL	219.54	219	32.850,00	12.087,5	4

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la implementación de todas las propuestas planteadas por los autores permitirá el ahorro de 219.54 minutos al día, convirtiéndose en producción efectiva para la empresa, logrando aumentar su producción diaria de 250 a 469 unidades. Esto permite un ingreso adicional de 32.850,00 BsF. diarios y con un tiempo de pago de 4 días si se implementan todas las propuestas, resultando muy rentable para la empresa.

CONCLUSIONES

Después de haber analizado los datos obtenidos en el estudio, detectado los problemas y propuesto las mejoras en función de los objetivos y teorías que lo sustentaron, se llegó a las siguientes conclusiones:

- ☑ Mediante la implementación de las mejoras se logra alcanzar el objetivo general planteado en este trabajo, obteniéndose un aumento del nivel de producción promedio del 46.7%.
- ☑ Con la aplicación de la Metodología 5S se logra la creación de un ambiente de trabajo favorable, se elimina en su totalidad los obstáculos en el área de ensamble, se estandariza la ubicación e identificación de las herramientas y se reduce el tiempo de búsqueda de las herramientas (23.04min./día) en un 100%, permitiendo aumentar la producción en 23 unidades diarias con un ingreso adicional de 3.450 BsF. al día.
- ☑ El formato de limpieza semanal asegura el mantenimiento y la limpieza del área de producción mediante la supervisión de un operario, el cual se rotará cada semana, verificando si las herramientas están en su respectivo lugar, las cajas de cantón están ubicadas adecuadamente, si hay o no desperdicios en el suelo y si hace falta retirar la basura de los contenedores.
- ☑ Con el Instructivo de Trabajo se evitan las paradas de producción por falta de información y desconocimiento de las herramientas y/o materiales a usar por modelo de bicicleta en un 100% (30min/día),

logrando aumentar la producción en 30 unidades diarias con un ingreso adicional de 4.500 BsF. al día. Además, normaliza el proceso de ensamble de la empresa *Distribuidora Greco C.A.*, ya que presenta toda la información necesaria para cada uno de los modelos de bicicleta de forma sencilla, clara y de fácil comprensión.

- ☑ Con el balance propuesto de la línea de ensamble 2 se reduce el tiempo de ciclo de la línea en un 15% (0.155 min/unidad), además, se aumenta de dos a tres estaciones de trabajo, eliminando el cuello de botella (estación 1) existente, permitiendo el ensamble de forma continua y el aumento en un 37.5% de la producción diaria de bicicletas, es decir, 46 unidades con un ingreso adicional de 6.900BsF. al día.
- ☑ El Rediseño de la línea de ensamble 2 permite lograr el Balance de dicha línea, provocando que el proceso de ensamble sea continuo, además, elimina los movimientos de quinto orden o de orden superior al evitar colocar las unidades ensambladas en el suelo y ser recogidas por el operario de la segunda mesa de trabajo, también reduce el inventario de productos en proceso de 30 a 3 unidades.
- ☑ Con la creación del Área de Separación y Activación, el cual consta de una mesa de trabajo y 8 carros transportadores, se evita las paradas de producción por falta de materiales en un 100%, ahorrándose 120 minutos por día, logrando aumentar la producción en 120 unidades diarias. Además, esta propuesta elimina las condiciones que provocan fatiga a los activadores y separadores, ya que se evita cargar las cajas (15Kg. aproximadamente) y colocar los

materiales en los contenedores ubicados en el suelo, que traen como consecuencia movimientos de orden superior.

- ☑ Los carros transportadores son multiusos, permitiendo el manejo de materiales y al mismo tiempo ser contenedores con capacidad de 50 unidades, reduciendo el espacio físico y las demoras por búsqueda de insumos, ya que los carros transportadores vendrán ordenados por tipo de materiales.

- ☑ La redistribución en Planta reduce el recorrido del activador en un 27,63%, ya que actualmente el activador recorre 76m por cada lote de 50 unidades, y con la propuesta de redistribución en planta el recorrido será de 55 metros. Además, elimina el congestionamiento del área de producción por la disposición actual de las líneas 1 y 2. Con la redistribución realizada se aumento la distancia de separaron entre las líneas 1 y 2, ya que ambas no son dependientes, evitando cruces e interferencias entre los operarios de dichas líneas.

Con estas mejoras se logra aumentar la producción en un 46.7%, mediante el ahorro de 219.54 minutos al día, lo que se traduce en 219 nuevas unidades ensambladas, permitiendo a la empresa crear productos competitivos de mayor calidad que aumente su tendencia creciente a nivel nacional.

Una vez diseñada las propuestas de mejora, se realizó la evaluación económica para la implementación de las mismas, obteniendo que la inversión a realizar es de 12.087,50 BsF., la cual se recupera en un período de tiempo igual a 4 días.

RECOMENDACIONES

- Implantar las propuestas de mejora de los autores, ya que a través de éstas se logra mejorar los métodos de trabajo, garantizando el aumento la capacidad de producción e incrementando la eficiencia y productividad del proceso, lo que hace a la empresa más competitiva y rentable.
- Aplicar los diagramas Causa – Efecto en todas las líneas de ensamble de la empresa, con el propósito de buscar la continua eliminación del desperdicio, ya que ésta permite la identificación de los problemas y las posibles causas que la originan.
- Aumentar el número de observaciones en el estudio de tiempos, con el propósito de incrementar el nivel de confiabilidad a un 95%.
- Tratar de disminuir el inventario de productos en proceso de 30 a menos de 5 unidades por línea de ensamble.
- Considerar los volúmenes de producción proyectados para realizar la planificación de los materiales e insumos, y así disminuir las paradas no planificadas por ausencia de los mismos en el almacén de materia prima.
- Documentar los cambios que se produzcan luego de la implantación y puesta en práctica de los métodos propuestos, para tener un mejor control y verificar cuál ha sido el impacto generado por los mismos.



- Realizar cursos y talleres de mejoramiento continuo, para proporcionar al personal las herramientas necesarias para generar cambios favorables en los procesos de producción y en los métodos de trabajo. Esto tendrá como finalidad crear conciencia sobre la importancia de la necesidad de mejorar continuamente, logrando beneficios no sólo a la empresa si no también a los trabajadores.
- Diseñar un programa de sugerencias para canalizar las ideas sugeridas por el personal, y de esta forma lograr un aporte valioso y continuo para la empresa, además de generar una integración más profunda que conducirá a tener empleados más motivados e identificados con su trabajo.
- Equipar a los operarios de guantes y lentes de seguridad.
- Suministrar a los operarios el instructivo de trabajo en forma manual, y verificar su cumplimiento a fin de evitar la realización de actividades improductivas.
- Durante el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado, los autores observaron otras oportunidades de mejora que se pudieran desarrollar en las líneas de ensamble adicionales a las ya planteadas, pero por motivos de tiempo no se pudieron llevar a cabo; queda de parte de la empresa *Distribuidora Greco C.A.* tomar en cuenta lo siguiente: Balancear la línea automatizada para verificar el equilibrio de trabajo entre los operarios, automatizar las líneas de ensamble 1 y 2, diseñar un estante para los rines de bicicletas y desarrollar un plan de entrenamiento para que los operarios adquieran experiencia y destreza en las tareas que realizan en cada estación de trabajo de las líneas.

BIBLIOGRAFÍA

Arcay, C. (2005). *“Guía de Conceptos de Metodología de la investigación”*. Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo.

Burgos, F. (2005). *“Ingeniería de Métodos, Calidad-Productividad”*. Universidad de Carabobo, V edición. Valencia-Venezuela.

Gómez, E y Núñez, F. (2005). *“Plantas Industriales. Aspectos técnicos para el diseño”*. Universidad de Carabobo, 1era Edición. Valencia-Venezuela.

Gómez, E. (2005). *“Manejo de Materiales”*. Universidad de Carabobo. Valencia-Venezuela.

Guerra, V. (2005). *“Evaluación de Proyectos de Inversión”*. Universidad de Carabobo. Valencia-Venezuela.

Ortiz, F. y Yllada, R. (2000). *“Pro y sus Amigos, abren la ventana de tú ingenio”*. Guía práctica para la solución de problemas en ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia-Venezuela.

Torres, L. (2005). *“Guía para la elaboración del Plan de Trabajo Especial de Grado”*. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Carabobo. Valencia.

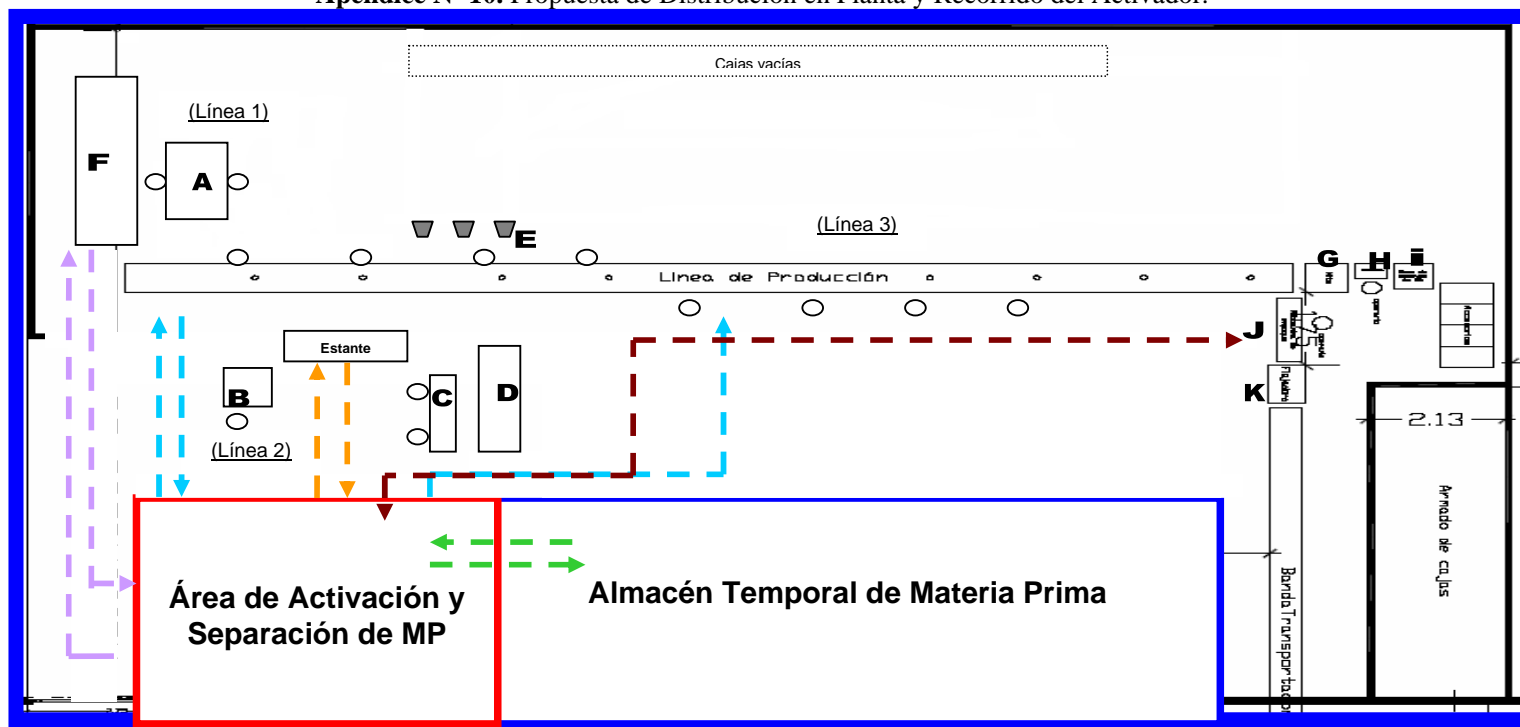
Páginas Web:

DIAGRAMA CAUSA y EFECTO. (Documento en Línea). Disponible:
http://www.infopyme.com/Docs/GENERAL/Offline/GDE_03.php. Consulta: 2007,
Octubre.

MÉTODO REBA (Autor: *Hignett C.*). (Documento en Línea). Disponible:
<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>. Consulta: 2007,
Octubre.

METODOLOGÍA 5S. (Autor: *Doberssan*) (Artículo en Línea). Disponible:
<http://ceroaverias.com>. Consulta: 2008, Enero.

Apéndice N° 10. Propuesta de Distribución en Planta y Recorrido del Activador.



<ul style="list-style-type: none"> → Traslado MP almacén al área de activación (1m) → Traslado MP área de activación a la línea 3 (20m) → Traslado MP área de activación a la línea 2 (5m) → Traslado MP área de activación a la mesa de la línea 1 (10m) → Traslado MP área de activación a la línea de empaque (19m) 	<p>LEYENDA:</p> <p>A: Línea 1 B: Mesa 2 de la línea 2 C: Mesa 1 de la línea 2 D: Estante de la línea 2 E: Contenedores de la línea 3 F: Mesa de la línea 1</p>	<p>G: Contenedor de la línea empaque H: Selladora i: Mesa de la línea de empaque J: Engrapadora K: Flejadora</p>
---	---	--

ESCALA: sin escala