

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA
EMPRESA PLANET MOTOR'S S. A. C. PARA INCREMENTAR EL
NIVEL DE SERVICIO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

PIERINA ALEXSANDRA SOTO ARRASCO

ASESOR

OSCAR KELLY VASQUEZ GERVAZI

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO
EN LA EMPRESA PLANET MOTOR'S S. A. C. PARA
INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO**

PRESENTADA POR:

PIERINA ALEXSANDRA SOTO ARRASCO

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

PRESIDENTE

Evans Nielander Llontop Salcedo

SECRETARIO

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, por enseñarme la perseverancia y motivarme constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mi abuela Doris, por ese apoyo incondicional y sabios consejos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos y abuela por su apoyo constante e incondicional a lo largo de mi carrera profesional, a pesar de los obstáculos que hubo en el camino.

A la empresa Planet Motor's S. A. C., por su tiempo, información y apoyo brindado a lo largo del presente proyecto de investigación.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proponer la mejora del proceso productivo de la empresa “PLANET MOTORS’S S. A. C.”, para incrementar su nivel de servicio, el cual se había visto disminuido en el período evaluado. La organización es una PYME perteneciente al sector metalmecánico dedicada especialmente al ensamble de mototaxis, ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, departamento de Lambayeque.

La empresa presentó problemas en un su proceso productivo que lograron ser evidenciados en las pérdidas económicas que incurrían contra ella, así como en la ausencia de diseño de puestos de trabajo, la inadecuada distribución de planta, el personal no capacitado y la falta de estandarización de su proceso. Para la presente investigación se logró desarrollar los 3 objetivos específicos de la misma, que incluyó el diagnóstico del proceso productivo actual de la empresa, para después proponer mejoras del proceso productivo y finalmente realizar un análisis costo – beneficio de la propuesta de mejora.

Las herramientas aplicadas, las cuales incluían el diseño de puestos de trabajo, la distribución de planta, el estudio de tiempos, la estandarización de procesos y la capacitación, lograron un incremento del 30,9 % del nivel de servicio, además de presentar un 1,52 de sol en el análisis costo beneficio.

Palabras clave: Nivel de servicio, Mototaxi, Proceso Productivo, Mejora de Procesos

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to propose the improvement of the productive process of the company "PLANET MOTOR'S S. A. C.", to increase its level of service, which had been diminished in the period evaluated. The organization is an SME belonging to the metalworking sector dedicated especially to the assembly of motorcycle taxis, located in the district of José Leonardo Ortiz, department of Lambayeque.

The company presented problems in its production process that were evidenced in the economic losses incurred against it, as well as in the absence of job design, inadequate plant distribution, untrained personnel and the lack of standardization of your process For the present investigation it was possible to develop the 3 specific objectives of the same, which included the diagnosis of the current productive process of the company, to later propose improvements of the productive process and finally to carry out a cost - benefit analysis of the improvement proposal.

The tools applied, which included the design of jobs, the distribution of the plant, the study of times, the standardization of processes and the training plan, achieved an increase of 30.9% in the level of service, in addition to presenting a 1.52 sun in the cost benefit analysis.

Keywords: Level of service, Mototaxi, Productive Process, Process Improvement

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	17
2.1. Antecedentes del problema.....	17
2.2. Base teórica científicas	20
2.2.1. Proceso productivo	20
2.2.2. Mototaxi	21
2.2.3. Nivel de servicio.....	22
2.2.4. Producción.....	22
2.2.5. Indicadores de producción.....	22
2.2.5.1. Producción.....	22
2.2.5.2. Capacidad proyectada o de diseño	23
2.2.5.3. Capacidad efectiva	23
2.2.5.4. Eficiencia.....	23
2.2.5.5. Utilización	23
2.2.5.6. Producción real, estimada o esperada [14].....	23
2.2.6. Productividad	24
2.2.7. Indicadores de productividad	24
2.2.7.1. Productividad de mano de obra [13].....	24
2.2.7.2. Productividad de materia prima	24
2.2.7.3. Productividad total	24
2.2.8. Herramientas gráficas.....	25
2.2.8.1. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)	25
2.2.8.2. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP)	25
2.2.8.3. Diagrama de recorrido.....	26
2.2.8.4. Diagrama Bimanual [15].....	26
2.2.8.5. 5WH	28
2.2.9. Matriz de priorización de factores.....	29

2.2.10.	Ergonomía	29
2.2.11.	Diseño de puestos de trabajo	36
2.2.12.	Distribución de planta	36
2.2.13.	Estudio de movimientos	37
2.2.14.	Estudio de tiempos	37
2.2.15.	Procedimientos Operativos Estandarizados (POE)	38
2.2.16.	Capacitación y programa de capacitación	38
2.2.17.	Diagrama de Gantt.....	38
2.2.18.	Análisis Costo Beneficio	38
III.	RESULTADOS.....	40
3.1.	Diagnóstico actual de la empresa	40
3.1.1.	La empresa	40
3.1.2.	Productos	41
3.1.3.	Materia prima	44
3.1.4.	Herramientas y mobiliario.....	46
3.1.5.	Maquinaria	48
3.1.6.	Mano de obra.....	51
3.1.7.	Proceso de producción	54
3.1.7.1.	Recepción de materia prima e insumos.....	54
3.1.7.2.	Cortado.....	54
3.1.7.3.	Doblado.....	54
3.1.7.4.	Soldadura.....	55
3.1.7.5.	Pintado.....	56
3.1.7.6.	Ensamblaje 1	57
3.1.7.7.	Tapicería.....	57
3.1.7.8.	Ensamblaje 2	58
3.1.7.9.	Almacenado.....	59
3.1.8.	Sistema de producción	60
3.1.9.	Análisis para el proceso de producción	60
3.1.9.1.	Tiempos promedio	60
3.1.9.2.	Diagrama de Operaciones de Proceso.....	65
3.1.9.3.	Diagrama de Análisis de Proceso.....	66
3.1.9.4.	Diagrama de recorrido.....	68

3.1.10.	Análisis de la información.....	71
3.1.11.	Indicadores actuales de producción y productividad	90
3.1.10	Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas	96
3.2.	Determinación de métodos y herramientas de mejora.....	98
3.3.	Desarrollo de propuestas de mejora.....	101
3.3.1.	Diseño de puestos de trabajo.....	101
3.3.1.1.	Perfil del puesto del trabajador	101
3.3.1.2.	Definición del método de trabajo.....	103
3.3.1.3.	Supervisión.....	105
3.3.1.4.	Incentivo salarial	107
3.3.1.5.	Ambiente físico	107
3.3.1.6.	Estándar de producción	113
3.3.2.	Distribución de planta	121
3.3.3.	Estandarización de tiempos	137
3.3.4.	Nuevos indicadores	151
3.4.	Evaluación costo beneficio	154
3.4.1.	Beneficio de la propuesta	154
3.4.2.	Egresos de la propuesta	155
IV.	CONCLUSIONES.....	159
V.	RECOMENDACIONES.....	160
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
VII.	ANEXOS	163

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Therblig ineficientes.....	27
Tabla 2. Therbligs eficientes	27
Tabla 3 Preguntas de 5WH.....	29
Tabla 4. Dimensiones y pesos de cuerpos	32
Tabla 5. Área de trabajo en plano horizontal	33
Tabla 6. Razones de ajuste recomendados para el asiento	34
Tabla 7 Especificaciones del chasis Planet Motor's	43
Tabla 8. Especificaciones del motor.....	43
Tabla 9. Priorización de productos en base a los ingresos del año 2018	44
Tabla 10. Especificaciones de Soldadura	49
Tabla 11. Características de los operarios	53
Tabla 12. Recomendaciones por General Electric	60
Tabla 13. Observaciones de la elaboración de techo y carreta.....	61
Tabla 14. Observaciones de puertas delanteras y posteriores	62
Tabla 15. Observaciones de elaboración panorámico y cobertor completo.....	63
Tabla 16. Observaciones de elaboración de piso y asiento	63
Tabla 17. Observaciones del ensamblaje	64
Tabla 18. Leyenda del diagrama de recorrido	68
Tabla 19. Resumen actividades con mayor tiempo de procesamiento.....	71
Tabla 20. 5WH de la operación costura de cobertor completo.	72
Tabla 21. Resumen del porcentaje de actividades que generan valor de las piezas del Cobertor completo.....	78
Tabla 22. Resumen de los diagramas bimanuales con sus tiempos totales respectivos	78
Tabla 23. Check list de verificación del análisis de therblig eficientes	79
Tabla 24. Check list de verificación del análisis de therblig ineficientes	80
Tabla 25. Check list de verificación del análisis de therblig eficientes	81
Tabla 26. Check list de evaluación de la estación de trabajo - sentado	82
Tabla 27. Nivel de educación y capacitación	85
Tabla 28. Producción durante el período 2018.....	91
Tabla 29. Nivel de servicio del periodo 2018 para trimoto planet.....	93
Tabla 30. Utilidades no percibidas año 2018	94
Tabla 31. Cuadro resumen de indicadores	95
Tabla 32. Problemas y propuesta de mejora	97
Tabla 33. Matriz de valorización de factores	98
Tabla 34. Asignación de calificación	99
Tabla 35. Calificación de acuerdo asignación definida para los métodos.....	100
Tabla 36. Perfil del operario de costura	102
Tabla 37. Procedimiento de operación de costura.....	103
Tabla 38. Continuación del procedimiento de costura	104
Tabla 39. Continuación del procedimiento de costura	105
Tabla 40. Procedimiento de supervisión de costura	106
Tabla 41. Incentivo salarial	107
Tabla 42. Especificaciones silla ergonómica	107
Tabla 43. Razones de ajuste recomendados para el asiento propuesto	108
Tabla 44. Especificaciones mesa para máquina de coser	109
Tabla 45. Especificaciones de mesa de alimentación.....	110
Tabla 46. Especificaciones de las canastillas	110
Tabla 47. Check list de evaluación de la estación de trabajo – sentado.....	111

Tabla 48. Porcentaje de actividades que generan valor.....	119
Tabla 49. Resumen en tiempos que genera valor.....	119
Tabla 50. Nuevo tiempo para la estación costura.....	119
Tabla 51. Factor de calificación.....	120
Tabla 52. Calculo tiempo normal.....	120
Tabla 53. Definición de suplementos.....	120
Tabla 54. Nuevo tiempo estándar de costura de cobertor completo.....	120
Tabla 55. Dimensiones de las máquinas y mobiliario en el local 1.....	122
Tabla 56. Dimensiones del mobiliario de oficina en el local 1.....	122
Tabla 57. Dimensiones del mobiliario del local 2.....	123
Tabla 58. Cálculo de área estática Local 1.....	123
Tabla 59. Cálculo del área estática local - oficina.....	124
Tabla 60. Cálculo del área estática del local 2.....	124
Tabla 61. Calculo de superficie de gravitación Local 1 (m ²).....	125
Tabla 62. Superficie de gravitación de oficina.....	125
Tabla 63. Superficie de gravitación de local 2.....	125
Tabla 64. Altura promedio del mobiliario del local 1.....	126
Tabla 65. Altura promedio del mobiliario estático del local 2.....	127
Tabla 66. Altura promedio de los elementos móviles.....	127
Tabla 67. Coeficiente de evolución para cada local.....	127
Tabla 68. Superficie de evolución local 1.....	128
Tabla 69. Superficie de evolución local 1- oficina.....	128
Tabla 70. Superficie de evolución local 2.....	128
Tabla 71. Superficie total local 1.....	129
Tabla 72. Superficie total de la oficina en el local 1.....	129
Tabla 73. Superficie total del local 2.....	129
Tabla 74. Leyendas de código de proximidad.....	130
Tabla 75. Código de razones.....	131
Tabla 76. Diagrama de relaciones primer local.....	131
Tabla 77. Diagrama de relaciones de local 2.....	132
Tabla 78. Relación entre las áreas.....	132
Tabla 79. Factor de calificación de desempeño para techo y base.....	137
Tabla 80. Factor de calificación para puertas delantera y posterior.....	138
Tabla 81. Factor de calificación para tapiz de panorámico y cobertor completo.....	138
Tabla 82. Factor de calificación para piso y asiento.....	139
Tabla 83. Factor de calificación para Trimoto planet.....	139
Tabla 84. Tiempo normal del techo y base.....	140
Tabla 85. Tiempo normal de par de puerta delantera y par de puerta posterior.....	140
Tabla 86. Tiempo normal de tapiz de panorámico y cobertor completo.....	141
Tabla 87. Tiempo normal del piso y asiento.....	141
Tabla 88. Tiempo normal de Mototaxi completa.....	141
Tabla 89. Leyenda de los suplementos.....	142
Tabla 90. Suplementos para el techo y base.....	142
Tabla 91. Suplementos de par de puerta delantera y par de puerta posterior.....	143
Tabla 92. Suplementos de tapiz de panorámico y cobertor completo.....	143
Tabla 93. Suplementos de piso y asiento.....	143
Tabla 94. Suplementos de Ensamble.....	144
Tabla 95. Calculo tiempo estándar del techo y base.....	144
Tabla 96. Calculo del tiempo estándar de estructura de puertas.....	145
Tabla 97. Calculo de tiempo estándar de tapiz.....	145

Tabla 98. Calculo de tiempo estándar de piso y asiento	145
Tabla 99. Calculo del tiempo estándar de ensamble	146
Tabla 100. Cuadro resumen de indicadores	153
Tabla 101. Incremento de unidades.....	154
Tabla 102. Utilidades en los años proyectados	155
Tabla 103. Costo de producción en 5 años.....	155
Tabla 104. Costos de inversión de la capacitación.....	155
Tabla 105. Costo de inversión de la distribución de planta	156
Tabla 106. Mobiliario por implementar	156
Tabla 107. Costo beneficio de la propuesta	157
Tabla 108. Observaciones preliminares producción techo y base.....	163
Tabla 109. Observaciones preliminares de la producción de 2 pares de puertas	164
Tabla 110. Observaciones preliminares de la producción de tapiz panorámicos y cobertor completo	165
Tabla 111. Observaciones Preliminares de la elaboración de piso y asiento	165
Tabla 112. Observaciones preliminares de ensamble	166
Tabla 113. Acción formativa.....	168
Tabla 114. Proyección de la demanda.....	169
Tabla 115. Calculo del MAPE	172
Tabla 116. Proyección de la producción antes de la mejora	175
Tabla 117. Calculo del MAPE	178

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mototaxi.....	22
Figura 2. Símbolos del DOP	25
Figura 3. Símbolos del DAP	26
Figura 4 Preguntas de 5WH	28
Figura 5 Objetivo 5WH.....	28
Figura 6. Dimensiones recomendadas.....	30
Figura 7. Dimensiones recomendadas.....	31
Figura 8. Área de trabajo en plano horizontal	33
Figura 9. Silla Ajustable (parámetros tabla 6).....	34
Figura 10. Ubicación del local comercial.....	40
Figura 11. Ubicación de las instalaciones de la empresa	41
Figura 12. Fotografía del mototaxi completa	42
Figura 13. Fotografía de la materia prima Tubo LAC	45
Figura 14. Cuero sintético	45
Figura 15. Matriz de asiento de ensamble de asiento.....	46
Figura 16. Matriz de ensamble de techo.....	47
Figura 17. Matriz de ensamble de techo.....	47
Figura 18. Mesa de corte	48
Figura 19. Fotografía de la dobladora manual	49
Figura 20. Fotografía del horno de curado	50
Figura 21. Fotografía cortadora de disco.....	51
Figura 22. Organigrama de la empresa	52
Figura 23. Etapa de cortado.....	54
Figura 24. Etapa de doblado.....	55
Figura 25. Etapa de soldadura	56
Figura 26. Horno de curado.....	56
Figura 27. Etapa de tapizado	57
Figura 28. Estación de tapizado	58
Figura 29. Etapa de ensamblado 2.....	59
Figura 30. Almacén de producto terminado	59
Figura 31. Diagrama de Operaciones del proceso.....	65
Figura 32. Diagrama de Análisis de proceso de Mototaxi Planet	67
Figura 33. Diagrama de recorrido del local 1 de Planet Motor's S.A.C.....	69
Figura 34. Diagrama de recorrido del local 1 de Planet Motor's S.A.C.....	70
Figura 35. Diagrama bimanual para cobertor delantero.....	73
Figura 36. Diagrama de procesos bimanual del Chavo.....	74
Figura 37. Diagrama de proceso bimanual de la carpa	75
Figura 38. Diagrama de procesos bimanual de cobertor posterior.....	76
Figura 39. Diagrama de procesos Bimanual para 2 Laterales	77
Figura 40. Estación de costura	83
Figura 41. Proceso de producción (ensamble II).....	85
Figura 42. Fotografía situación actual de la empresa tapicería	86
Figura 43. Fotografía situación actual de la empresa pasadizo	87
Figura 44. Fotografía de la situación actual en doblado mecánico	87
Figura 45. Fotografía de la situación actual en doblado mecánico	88
Figura 46. Diagrama de Ishikawa.....	89
Figura 47. Nivel de servicio año 2018	93
Figura 48. Matriz de consistencia.....	96

Figura 49. Plano de la mesa de costura propuesta.....	112
Figura 50 Diagrama bimanual nuevo para cobertor delantero	114
Figura 51 Diagrama bimanual nuevo para chavo.....	115
Figura 52. Diagrama bimanual nuevo para cobertor posterior.....	116
Figura 53 Diagrama bimanual nuevo de carpa.....	117
Figura 54. Diagrama bimanual nuevo para Laterales.....	118
Figura 55. Matriz de relaciones de local 1	131
Figura 56. Matriz de relación local 2	132
Figura 57. Diagrama de líneas planta 1	133
Figura 58. Diagrama de líneas planta 2.....	133
Figura 59. Distribución de áreas planta 1	134
Figura 60. Distribución de áreas planta 2.....	134
Figura 61. Distribución de planta mejorada Local 1	135
Figura 62. Distribución de planta mejorada Local 2	136
Figura 63. Diagrama de análisis del proceso mejorado.....	147
Figura 64. Diagrama de operaciones de proceso mejora.....	148
Figura 65. Diagrama de recorrido después de la mejora propuesta local 2.....	149
Figura 67. Diagrama de recorrido después de la mejora local 1	150
Figura 68. Calificación del Sistema Westin House	167

I. INTRODUCCIÓN

La industria de las motos taxis nace con la aparición de la motocicleta, desde el año 1867 con la creación de un vehículo de dos ruedas con un motor a vapor adecuado al sistema. Ante la necesidad de las personas por transportarse a zonas inaccesibles por un vehículo de cuatro ruedas. Es así como dio paso a su evolución; de tener solo un vehículo para dos pasajeros a ser un vehículo para cuatro pasajeros incluyendo el chofer y con tres ruedas.

El parque de las motos en el mundo se mantiene creciendo, teniendo como principal productor a China, ya que ofrece productos a menor precio [1]. América Latina no es ajena a este crecimiento ya que se estima unos 21,4 millones de nuevos vehículos para Brasil y mientras que para Argentina en un período de cuatro (2010-2014) años creció en un 300% de lo pronosticado durante ese tiempo.

Los factores que influyen para su utilización son los siguientes: bajo costo de adquisición, baja calidad de servicio de otros modos de transporte, movilización en zonas dificultosas para acceder y por último una opción fiable de trabajo. Es así que ante estos beneficios el Perú no es ajeno a ello, con una población al 2017 de 32,17 millones de habitantes, siendo el octavo país más poblado de América latina [2]. Actualmente, para gran parte de la población es una gran necesidad usar diversos medios de transporte, lamentablemente, parte del país no cuenta con los recursos necesarios para poder movilizarse por taxi o vehículo propio por lo que un mototaxi (vehículo menor) es la mejor opción de transporte. Este tipo de vehículos prima en las zonas rurales del país por ser asequible a la población.

En el año 2017, las ventas de este vehículo llegaron hasta en 276 millones de unidades, en comparativa al año 2016 que fue de 245 millones unidades. Las cifras son compuestas principalmente por motos lineales y trimotos, comúnmente llamadas mototaxi. En los últimos años, existe un incremento de las empresas que ofrecen estos vehículos resaltando principalmente las marcas Honda, Bajaj, Wanxin y Zongshen. Estas marcas tuvieron mayor participación en el mercado peruano ya que son unas opciones económicas y muy reconocidas en el rubro [3]

Según el Comité Metalmeccánico de la Sociedad Nacional de Industrias, desde años anteriores existe una mayor apertura en el mercado de la metalmeccánica en la región Lambayeque [4], debido al gran crecimiento de empresas dedicadas a la manufactura y ensamblado de carrocerías para mototaxis.

Ante ello nace Planet Motor's S. A. C., empresa del sector metalmeccánico dedicada al ensamble de estos vehculos, cuyo principal problema es que, a pesar de ser una empresa reconocida a nivel regional, no logran satisfacer su demanda actual de mototaxis, teniendo un nivel de servicio del 69,1% durante el perodo evaluado. Esto fue tomado como una oportunidad para mejorar la situacin actual de la PYME en estudio, que con el problema descrito anteriormente la ubicaba en un escenario de prdidas econmicas que ascendían a 448 149,10 soles. Por ello, se generó la siguiente interrogante, ¿la mejora del proceso productivo en la empresa PLANET MOTOR'S S. A. C., permitirá incrementar su nivel de servicio?

El objetivo de la presente investigacin es realizar una propuesta que permita mejorar el proceso productivo incrementando así su nivel de servicio. Para ello, se diagnosticó el proceso productivo actual de la empresa, luego se propuso las mejoras mediante herramientas de la ingeniería industrial en el proceso productivo para finalmente realizar un análisis costo – beneficio de la propuesta dada. Mejorar el proceso productivo permitirá a la empresa incrementar su nivel de servicio, obteniendo así mayores utilidades, dando un paso hacia la sostenibilidad, crecimiento y desarrollo continuo de la organizacin.

La siguiente propuesta de mejora ofrece una oportunidad para el desarrollo de la empresa, a través de las soluciones de los problemas, con el fin de que sea competitiva. La investigacin estar contribuyendo a la sociedad con nuevos conocimientos para que sirva de referencia para otras empresas del mismo rubro.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes del problema

Ashish, Sachin, Sandeep and Rajesh [5] in their article (2016): "Improvement of productivity in the assembly line of the automotive industry reducing the cycle time of operations" The study was carried out in a company belonging to the automotive industry of India, very recognized in the field. It aimed to identify the present problems of the assembly line of the model XL that cause stops in the production. It was made in the front assembly line. Researchers solve this problem by reducing the cycle time of operations through the study of work. To do this, first diagnose the current method of work to identify the stations that are reducing the production rate. Then they determine the cycle time, to apply the study of movements. At this time, the waiting time was 15 times more, generating 480 seconds of unproductive time. In addition, man-machine diagrams and a process analysis diagram were made. When the proposal was implemented, cycle time was reduced by 14.66% and the percentage decrease in worker movements was 28.54%.

Ashish, Sachin, Sandeep y Rajesh en su artículo (2016) [5]: "Mejora de la productividad en la línea de montaje de la industria del automóvil reduciendo el tiempo de ciclo de las operaciones" El estudio se realizó en una empresa perteneciente a la industria automotriz de la India, muy reconocida en el rubro. Tuvo como fin identificar los problemas presentes de la línea de montaje del modelo XL que causan paradas en la producción. Fue realizado en la línea de montaje frontal. Los investigadores solucionan este problema reduciendo el tiempo de ciclo de las operaciones a través del estudio de trabajo. Para ello, primero realiza un diagnóstico del método actual de trabajo para identificar las estaciones que están reduciendo la tasa de producción. Luego determinan el tiempo ciclo, para aplicar el estudio de movimientos. En este momento, el tiempo de espera fue de 15 veces más generando 480 segundos del tiempo improductivo. Además, se realizó diagramas hombre-máquina y un diagrama de análisis del proceso. Al implementar la propuesta se redujo en un 14,66% el tiempo de ciclo y se obtuvo la disminución porcentual en los movimientos del trabajador en un 28,54%.

According to Singh and Yadav [5] in their article (2016): "Improvement in Process Industries by Using Work Study Methods: A Case Study". The investigation was carried out in

a small company dedicated to the production of batteries in India, of the automotive industry. The researcher used tools that critically examine the process through the working method, time study and optimal plant design. Applying diagram of process analysis and flow chart. The proposed and implemented methodologies were used to reduce production cost, process time, cost and energy consumption. With the help of recorded observation and discussion with the company manager, an improved process and process flow diagram and new devices are proposed. Reducing the time of delay in gluing (bottleneck), managing to increase the production of plates per day from 5400 finished units to 12000 units per day. As well as the decrease of the workers in the finishing area of 7 to 2 workers; reducing processing time. This is how this small industry managed to reduce processing time, the cost of labor and the cost of production.

Según Singh y Yadav [5] en su artículo (2016): “Improvement in Process Industries by Using Work Study Methods: A Case Study”. La investigación fue realizada en una pequeña empresa dedicada a la producción de baterías en la India, del rubro automotriz. El investigador empleó herramientas que examinan críticamente el proceso a través del método de trabajo, estudio de tiempos y diseño óptimo de planta. Aplicando diagrama de análisis de proceso y diagrama de flujo. Las metodologías propuestas e implementadas las utilizaron para reducir el costo de producción, el tiempo de proceso, el costo y el consumo de energía. Con la ayuda de la observación grabada y la discusión con el gerente de la compañía, se propone un diagrama mejorado de proceso y flujo de proceso y nuevos dispositivos. Reduciendo el tiempo de demora en el pegado (cuello de botella), logrando incrementar la producción de placas al día de 5400 unidades terminadas a 12000 unidades al día. Así como la disminución de los operarios en el área de acabado de 7 a 2 trabajadores; reduciendo el tiempo de procesamiento. Es así como esta pequeña industria logro reducir el tiempo de proceso, el costo de mano de obra y el costo de producción.

According to Ashish, Sachin, Sumit and Virender [6] (2016) “Increasing productivity by reducing cycle time in assembly line of an automotive industry using work study techniques”: in this research carried out in a company Faridabad, dedicated to the assembly of automobiles exactly the model 439XL. Its main objective was to reduce cycle time through the application of method engineering and reduce the level of fatigue operators. To achieve this, it first performs a process mapping identifying the time required to complete the different operations of the assembly line. Determine the standard time; it also carries out the study of methods to

complete the existing method and identify the areas where the time taken can be reduced. Propose the new method by carrying out a week-long pilot compiling the data to be compared.

Obtaining as a result the diminution of the cycle time by 15.19% and a decrease of unnecessary movements of 46.70%. Allowing you to increase your production to meet your demand.

Según Ashish, Sachin, Sumit y Virender [6] (2016) en su investigación “Increasing productivity by reducing cycle time in assembly line of an automotive industry using work study techniques”: realizada en una empresa Faridabad, dedicada al ensamblaje de automóviles exactamente en el modelo 439XL. Tuvo como objetivo principal reducir el tiempo de ciclo a través de la aplicación de la ingeniería de métodos y reducir el nivel de fatiga operadores. Para lograr esto; primero realizaron un mapeo de proceso identificando el tiempo requerido para completar las diferentes operaciones de la línea de ensamble. Determinaron el tiempo estándar; así mismo llevan a cabo el estudio de métodos para comprender el método existente e identificar las áreas donde se puede reducir el tiempo empleado. Proponen el nuevo método llevando a cabo un piloto de una semana recopilándose los datos para ser comparados con los indicadores iniciales. Obtuvieron como resultado la disminución del tiempo de ciclo en un 15,19% y una disminución de movimientos improductivos del 46,70% del total. Permitted así aumentar su producción para poder satisfacer su demanda.

Medina e Illada (2016), “Heurística para el balance de líneas de ensamble con consideraciones ergonómicas” [7] En la investigación presentan el diseño de un método para el balance de líneas de ensamblaje con consideraciones ergonómicas. Su metodología se basó en la combinación de dos teorías que son: el balance de líneas tradicional y dos métodos de evaluación ergonómica. Para el uso de los métodos de evaluación ergonómica se aplicaron los checklist correspondientes. Con la fusión de esas técnicas, obtienen un equilibrio entre las variables de tiempo y las biomecánicas. Hicieron la diferencia con otras investigaciones por que trabajaron en simultáneo esas dos metodologías que suelen aplicarse por separado. Como resultado obtuvieron que mejoró la capacidad de producción, disminuyó el ocio y nivel de riesgo músculo esquelético en las soluciones generadas. Al elaborar el diagnostico tuvieron como resultado un tiempo de ciclo inicial de 18,46 minutos por unidad al día y se tiene una tasa de producción de 26 unidades al día. El método desarrollado, debido a su estructura genérica, puede ser implementado en cualquier línea de ensamble, ajustando los datos para cada caso

específico, a través de la aplicación de los métodos se reduce a 16 minutos por unidad producida.

Vargas, Muratalla y Jimenez [8] en su investigación titulada (2016) como: “Lean Manufacturing: una herramienta de mejora de un sistema de producción”. En la investigación analizaron el impacto de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la mejora continua y la optimización de un sistema de producción; así como mostrar los cambios generados en distintas empresas mediante un instrumento de esta filosofía. Para elaborar la investigación recurrieron a la revisión literaria, la recolección de datos y el análisis documental de las empresas que implementaron las herramientas. Finalmente, en el análisis de los resultados obtienen que los mayores problemas se encuentran en el área de producción siendo el 16% de las compañías mexicanas quiebran por este motivo. Al implementar las herramientas del lean manufacturing se logra reducir en un 20% los costos de compras, 40% de reducción en costos de producción; incremento en un 50% del área utilizada. Tras las mejoras implementadas una de ellas fue la estandarización, las empresas manifiestan que han obtenido un elevado grado de mejora siendo un 58,20%, 41,37% la sencillez de los procedimientos a seguir y el 31,03% la escasa inversión financiera necesaria para implementar, estas respuestas fueron la última encuesta para conocer el grado de satisfacción de las organizaciones ante la filosofía. Los investigadores organizaron la información en tablas y figuras, donde demuestran la eficiencia de esta herramienta, así como la validez de la implementación, también se exponen casos de éxito, como información relevante que podría ser usada como base en los negocios que no la hayan implementado y que decidan optar por su aplicación.

2.2. Base teórica científicas

2.2.1. Proceso productivo

Los tipos de procesos productivos son los siguientes [9]:

- Producción funcional a medida (job shop)

Este tipo de producción tiende a producir en lotes más o menos pequeños de una amplia variedad de productos de poca o nula estandarización (son a medida o con muchas características), al terminar la producción cabe la opción que estos no vuelvan a ser producidos con las mismas especificaciones.

Entre sus características se encuentran: personal altamente cualificado, se desarrolla en talleres a partir de la función que realizan (orientada al proceso).

- Producción funcional en lotes

En este caso el proceso de obtención del producto terminado requiere más operaciones y están son más especializadas. Los centros de trabajo se caracterizan por disponer maquinaria algo sofisticada y enfocada a determinados tipos de operaciones. Cabe resaltar que la automatización de los procesos sigue siendo baja, pero mantiene su flexibilidad. También maneja altos volúmenes de producción, además los lotes son de tamaño variable. Está orientada al proceso.

- Producción en flujo o cadena (flow shop)

La producción en flujo es orientada al producto. Esta se caracteriza por fabricación de lotes grandes de pocos productos diferentes, pero técnicamente homogéneos, empleando las mismas instalaciones.

En este proceso se requiere un tiempo de preparación de maquinaria y se encuentran ubicadas de manera secuencial.

- Producción en flujo continuo

En esta modalidad cada máquina y equipo se encuentran diseñados para realizar la misma operación a lo largo de la jornada, trabajar de forma automática. La producción es orientada hacia el producto. [9]

2.2.2. Mototaxi

Un mototaxi es un vehículo motorizado de tres ruedas que son accionados generalmente por motores de combustión interna que funcionan en base a gasolina y también a gas natural vehicular. En la siguiente figura se muestra la imagen del mototaxi. [10]



Figura 1. Mototaxi

Fuente: Motocorp

2.2.3. Nivel de servicio

El nivel de servicio deseado se define como el número de unidades demandadas que pueden suministrarse de las existencias actualmente disponibles.

Por otro lado, se define también nivel de servicio como la cantidad de recursos invertidos en una organización para alcanzar el desarrollo adecuado del servicio, y a través de este, lograr un buen nivel de interacción con el cliente. [11]

2.2.4. Producción

Se entiende por producción la adición de valor a un bien- producto o servicio- por defecto de una transformación. Producir es extraer o modificar los bienes, con el objeto de volverlos aptos de satisfacer ciertas necesidades. [12]

2.2.5. Indicadores de producción

2.2.5.1. Producción

Es la relación entre el tiempo base que es el tiempo disponible para producir y el ciclo que es el tiempo que demora en elaborarse una unidad. Es la transformación de un producto en unidad de tiempo [13].

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{ciclo}$$

2.2.5.2. Capacidad proyectada o de diseño

Se refiere al número máximo teórico de unidades que un sistema productivo es capaz de lograr durante un periodo de tiempo determinado (en condiciones ideales). [9]

2.2.5.3. Capacidad efectiva

Es un término que hace referencia al volumen de producción que se espera alcanzar teniendo en cuenta las condiciones particulares (idóneas) de la empresa.

La capacidad efectiva es menor que la capacidad proyectada por qué se necesita tiempo para desempeñar tareas auxiliares y de apoyo como el mantenimiento preventivo y ajustes necesarios. Por lo general las empresas producen menos de la cantidad efectiva. [9]

2.2.5.4. Eficiencia

La eficiencia de la planta se le llama al porcentaje obtenido entre la producción real alcanzada con la capacidad efectiva. [12]

2.2.5.5. Utilización

La utilización de la planta es el porcentaje obtenido entre la producción real alcanzada con la capacidad efectiva.

Cuando la tasa de utilización alcanza el valor de 1, se debe alertar sobre incrementar la capacidad proyectada o rechazar algunos pedidos; se emplea el colchón de capacidad que es la cantidad de capacidad que una fábrica mantiene como reserva para afrontar incrementos repentinos de la demanda. [12]

2.2.5.6. Producción real, estimada o esperada [14]

Está determinada por la expresión por:

$$\textit{Producción} = \textit{Capacidad efectiva} \times \textit{eficiencia}$$

$$\textit{Producción} = \textit{capacidad proyectada} \times \textit{utilización} \times \textit{eficiencia}$$

2.2.6. Productividad

Se define como la relación entre la producción e insumo. El termino se utiliza para valorar o medir el grado en que pueda extraerse cierto producto de un insumo dado. Se realiza el cálculo tanto para bien tangible o intangible, con respecto al segundo resulta más difícil de calcular. [12]

2.2.7. Indicadores de productividad

2.2.7.1.Productividad de mano de obra [13]

Mide el número de unidades producidas por hora de mano de obra trabajada.

$$Productividad\ m.o = \frac{piezas\ fabricadas}{(tiempo\ empleado\ en\ la\ fabricación\ x\ número\ de\ operarios)}$$

Donde piezas fabricadas hace referencia a la producción realizada, tiempo empleado en la fabricación es el utilizado en la producción de estas piezas. Número de operarios es la cantidad de operarios requeridos para dicha producción en tal intervalo de tiempo.

2.2.7.2.Productividad de materia prima

Mide el número de unidades producidas por hora u otra unidad de tiempo emplea entre los materiales empleados. [12]

$$Productividad\ materia\ prima = \frac{piezas\ fabricadas}{recurso\ de\ materia\ prima\ empleada}$$

2.2.7.3.Productividad total

Es la relación entre todos los recursos empleados en una determinada producción, se mide en unidad monetaria. [12]

$$Productividad\ total = \frac{Bienes\ o\ servicios\ totales\ generados\ en\ el\ período}{Insumos\ totales\ empleados\ en\ el\ proceso\ productivo}$$

$$Productividad\ tot = \frac{P}{R(mat + maq + m.o)}$$

2.2.8. Herramientas gráficas

2.2.8.1. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

Se le llama a la representación gráfica de todas las operaciones e inspecciones que tienen lugar dentro de un proceso de fabricación, excepto aquellas que tienen que ver con el movimiento de materiales. Nos muestra claramente la secuencia de sucesos en orden cronológico, desde que la materia prima ingresa hasta el empaque del producto terminado. Incluye la información necesaria como el tiempo requerido y lugar de localización de cada actividad.

Ayuda a los analistas a visualizar el método presente con todos sus detalles, entonces nuevos y mejores procedimientos deben ser elaborados. Este diagrama representa en forma general el proceso completo de una determinada actividad, utilizando sólo los símbolos de operación, control u combinada [15].




SÍMBOLOS	FIGURAS
Operación	
Control o inspección	
Combinada 1	

Figura 2. Símbolos del DOP

Fuente: Caso, 2006.

2.2.8.2. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP)

Este diagrama muestra la trayectoria de un producto o de un procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo correspondiente. Es una representación gráfica de todas las actividades realizadas por una persona o máquina en una estación de trabajo, con un cliente o en materiales.

Se usa para documentar las actividades realizadas por una persona o máquina, lo cual permite encontrar y eliminar ineficiencias (costos escondidos, distancias largas, retrasos innecesarios y almacén) [16].







ACTIVIDADES	FIGURAS
Operación	
Control o inspección	
Combinada 1	
Transporte	
Espera	
Almacén	

Figura 3. Símbolos del DAP

Fuente: Caso,2006.

2.2.8.3.Diagrama de recorrido

Según Rojas [12], son los diagramas de análisis de operaciones dibujados sobre los planos o lugares de trabajo con el fin de mejorar la ilustración del recorrido real de los operarios y materiales. Muestra claramente los recorridos inversos y las áreas posibles de congestión de tránsito y de instalación, lo que permitirá una mejor distribución de planta. Por ejemplo, antes de eliminar o acortar distancias, es necesario visualizar donde hay lugar para agregar una máquina. E

xisten tipos de diagramas de circulación:

Recorrido: cuando el diagrama de análisis de operaciones usado es de tipo material.

Hilos: cuando el diagrama de análisis de operaciones usado es de tipo hombre.

2.2.8.4.Diagrama Bimanual [15]

Es un cursograma en el cual se especifican las actividades de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas, especifica los retrasos atribuibles a la mano derecha e izquierda; según la Organización internacional del trabajo.

En este diagrama se logra registrar la sucesión de hechos mostrando las manos, y a veces los pies, del operario en movimiento o en reposo y su relación entre sí, por lo general con referencia a una escala de tiempo. El fin del diagrama es identificar los movimientos ineficientes y observar las violaciones a los principios de la economía de movimientos. Al identificar permite realizar modificaciones al método, de tal manera que se logre equilibrar ambas manos y así

mantener un ritmo más parejo del ciclo. Para realizar los movimientos se aplican los therbligs, estos se encuentran en la siguiente tabla 1 y 2.

Tabla 1. Therblig ineficientes

Therblig de los Gilbreth		
Therbligs ineficientes (No avanza el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse)		
Therblig	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Ojos o manos buscan un objeto
Seleccionar	SE	"Seleccionar" un artículo o varios
Posicionar	P	"Orientar" un objeto durante el trabajo.
Inspeccionar	I	"Comparar" un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	"Pausar" para determinar la acción siguiente.
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación.
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso.
Descanso para contrarrestar fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza el trabajo útil.

Fuente: Niebels,2014 [15]

Tabla 2. Therbligs eficientes

Therbligs de los Gilbreth		
Therbligs eficientes (Avanza el progreso del trabajo directamente. Puede reducirse, pero difícil eliminarlo completamente).		
Therblig	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	"Mover" la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida.
Mover	M	"Mover" la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento.
Sujetar o tomar	G	"Cerrar" los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción.
Liberar	RL	"Soltar" el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
Pre posicionar	PP	"Posicionar" un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior.
Utilizar	U	"Manipular" una herramienta para el uso para el que fue diseñado; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	"Unir" dos partes que embonan.
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a "Ensamblar", pues separa partes que embonan.

Fuente: Niebels,2014 [15]

2.2.8.5.5WH

Es una herramienta donde el investigador realiza preguntas preliminares de acuerdo al propósito, lugar, sucesión, persona y medios de acuerdo a ello se formula las siguientes preguntas (tabla 3) [17]:

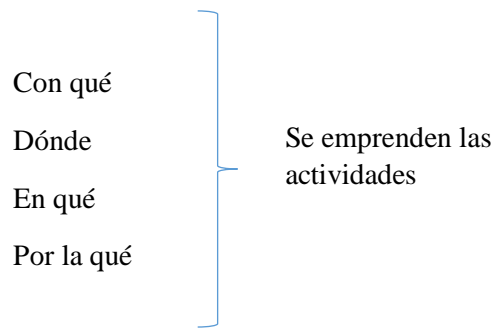


Figura 4 Preguntas de 5WH

Fuente: Kanawaty, 1992

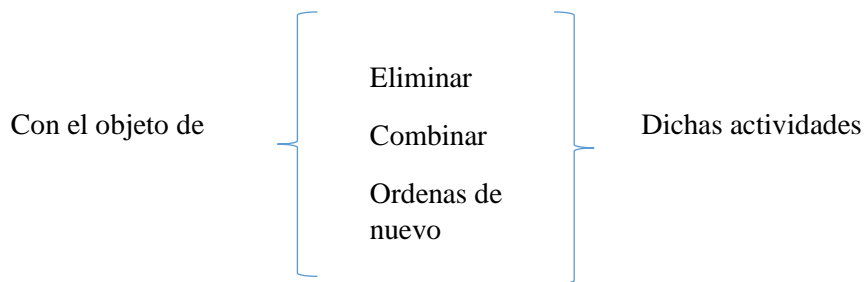


Figura 5 Objetivo 5WH

Fuente: Kanawaty, 1992

Tabla 3 Preguntas de 5WH

Propósito	¿Qué se hace en realidad?
	¿Por qué hay que hacerlo?
Lugar	¿Dónde se hace?
	¿Por qué se hace allí?
Sucesión	¿Cuándo se hace?
	¿Por qué se hace en ese momento?
Persona	¿Quién lo hace?
	¿Por qué lo hace esa persona?
Medios	¿Cómo se hace?
	¿Por qué se hace de ese modo?

Fuente: Niebels,2014

2.2.9. Matriz de priorización de factores

La matriz de priorización es una herramienta que permite orientar la priorización de factores en la toma de decisiones en uno o más factores en los cuales una organización busca enfocar los recursos para el ejercicio de su misión institucional [7].

La herramienta deberá responder de manera efectiva y oportunamente a las necesidades de priorización de temas, disciplinas y tecnologías, que la organización enfrenta diariamente.

La herramienta pone a disposición de los decisores un conjunto de factores que pueden ser conjugados para demarcar la pertinencia de un tema definido previamente. No obstante, la priorización dependerá de la objetividad con la cual se asignen los valores a cada uno de los temas y criterios. Para obtener esta capacidad objetiva de análisis es de suma importancia la extracción de valor de la información, así como la eficiente depuración y procesamiento de esta por parte del equipo encargado de la toma de decisiones al interior de la organización. En este sentido, es necesario entender la herramienta no como una decisión en sí misma, sino como un mecanismo de consulta para preparar las decisiones. Esto, si se tiene en cuenta que, para asignar una calificación, sea cuantitativa o cualitativamente, se deben adquirir una serie de criterios producto de la asimilación de la información concerniente al tema de estudio [7].

2.2.10. Ergonomía

Se entiende por ergonomía al estudio o medida del trabajo. Para ello trabajo se define como la actividad humana con propósito, que no solo se refiere al beneficio económico.

La ergonomía tiene como objetivo lograr la eficiencia en cualquier actividad esta es realizada con un fin, es decir tener los resultados esperados sin desperdiciar recursos, errores ni daños en la persona. Además de garantizar que todo el entorno del trabajo se encuentre en armonía con las actividades que opera el trabajador [18].

- **Antropometría**

Pertenece a la antropología física, pero es un aspecto cuantitativo. El sistema antropométrico en la ergonomía se relaciona con la estructura, compuesto y como está constituido, las dimensiones del cuerpo y como estas interactúan con el lugar de trabajo. Es decir, todo el entorno, que incluye el lugar maquinaria y ropa [18].

En la figura 6 y 7 se encuentra señaladas las partes con respecto a las estaturas, desde donde deben ser consideradas. Se relaciona con la tabla 4 donde se encuentran las dimensiones para una estatura promedio.

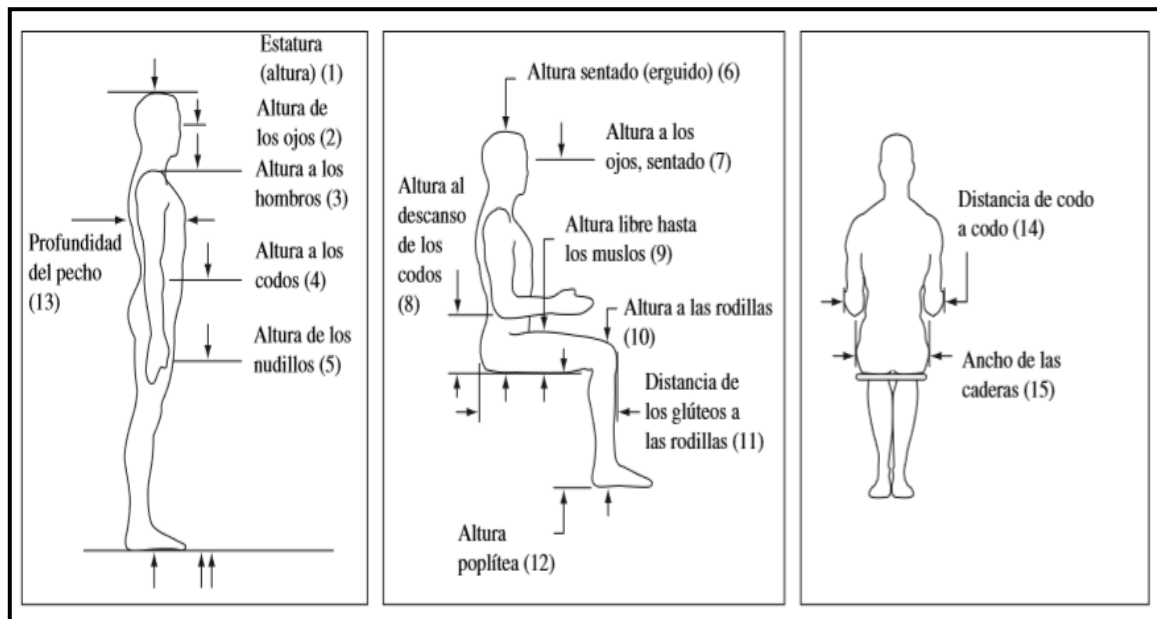


Figura 6. Dimensiones recomendadas

Fuente: Niebels, 2014

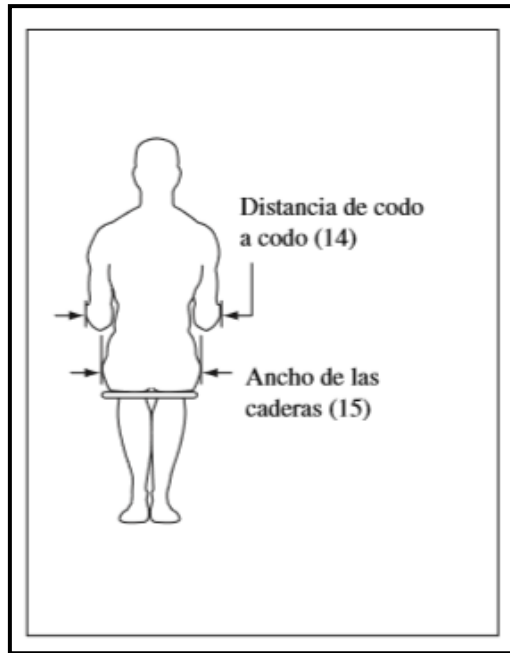


Figura 7. Dimensiones recomendadas
Fuente: Niebels,2014

Tabla 4. Dimensiones y pesos de cuerpos

Dimensiones corporales	Sexo	Dimensiones (centímetros)
1. Estatura (altura)	Hombre	170,6
	Mujer	160,5
2. Altura de los ojos	Hombre	162,4
	Mujer	148,9
3. Altura a los hombros	Hombre	142,8
	Mujer	131,1
4. Altura a los codos	Hombre	109,9
	Mujer	101,2
5. Altura de los nudillos	Hombre	75,4
	Mujer	70,2
6. Altura, sentado	Hombre	90,6
	Mujer	85
7. Altura a los ojos, sentado	Hombre	78,6
	Mujer	73,3
8. Altura al descanso de los codos, sentado	Hombre	24,3
	Mujer	23,3
9. Altura libre hasta los muslos	Hombre	14,4
	Mujer	13,7
10. Altura hasta las rodillas, sentado	Hombre	54,3
	Mujer	49,8
11. Distancia de los glúteos a las rodillas, sentado	Hombre	59,4
	Mujer	56,9
12. Altura poplítea, sentado	Hombre	44,2
	Mujer	39,8
13. Profundidad del pecho	Hombre	24,2
	Mujer	24,2
14. Distancia de codo a codo	Hombre	41,7
	Mujer	38,4
15. Ancho de las caderas, sentado	Hombre	35,4
	Mujer	36,4

Fuente: Niebels, 2014 [15]

Elaborado por: Kroemer, 1986

En la figura 8 se tiene el plano de trabajo horizontal con la medida recomendada, se encuentra señalada en esta imagen, según Niebels, para el movimiento de las manos y brazos de acuerdo al tipo de trabajo. En la tabla 5 se menciona la longitud del brazo, ante brazo, brazo superior, mano y por último articulación terminal.

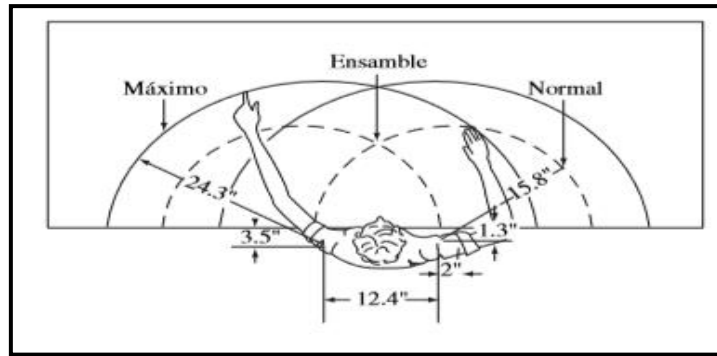


Figura 8. Área de trabajo en plano horizontal
 Fuente: Niebels, 2014

Tabla 5. Área de trabajo en plano horizontal

Tipos de longitudes	Dimensión (centímetros)
Longitud del brazo	71,12
Longitud del antebrazo	25,4
Longitud del brazo superior	30,48
Longitud de la mano	17,01
Longitud de la articulación terminal	2,28

Fuente: Niebels, 2014

Cuando se realizan operaciones en una estación de trabajo estática se debe tener las siguientes consideraciones al escoger al mobiliario. Así como la silla que se muestra en la figura 9 donde se señalan sus partes. En la tabla 6 se encuentra especificado según la letra cada parte identificada.

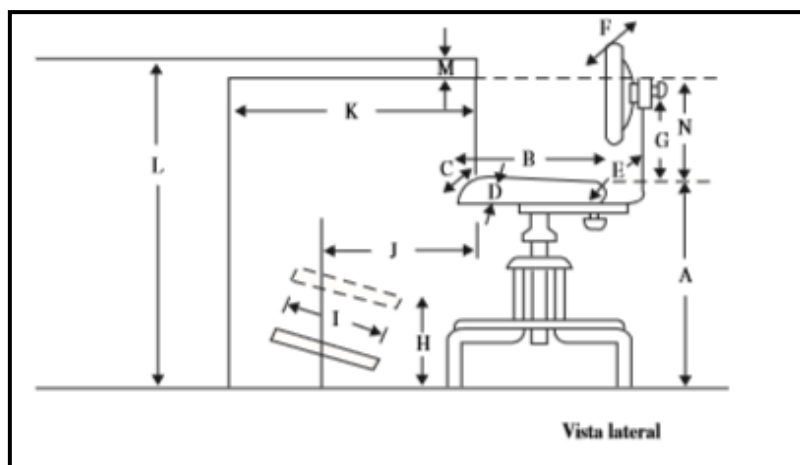


Figura 9. Silla Ajustable (parámetros tabla 6)

Fuente: Niebels, 2014

Tabla 6. Razones de ajuste recomendados para el asiento

Parámetros del asiento	Valor de diseño (Unidades)	Comentarios
A: Altura del Asiento	40cm -52 cm	Muy alto: muslos comprimidos Muy bajo: aumenta la presión en los discos
B: Profundidad del asiento	38 cm-43 cm	Muy largo: corta la región popliteal, utilice contorno de cascada
C: Ancho del asiento	$\geq 46,2$ cm	Se recomienda el uso de asientos más anchos para personas más pesadas
D: Ángulo del asiento	$\pm 10^\circ$	La inclinación hacia abajo requiere de una mayor fricción de la tela
E: Ángulo entre el respaldo y el asiento	$>90^\circ$	Preferible $>105^\circ$, sin embargo, requiere de modificaciones en la estación de trabajo
F: Ancho del respaldo del asiento	$>30,5$ cm	Medidos en la región lumbar
G: Soporte lumbar	15 cm-23 cm	Altura vertical con respecto al asiento se expande hacia el centro del soporte lumbar.
H: Altura del descanso para los pies	2,5 cm -23 cm	
I: Profundidad del descanso para los pies	30,5 cm	
J: Distancia del descanso para los pies	42 cm	
K: Espacio libre para las piernas	66 cm	
L: Altura de la superficie de trabajo	~ 81	Determinado por la altura del codo en posición de descanso
M: grosor de la superficie de trabajo	<5	Valor máximo
N: Espacio libre para los muslos	>20	Valor mínimo

Fuente: Niebels, 2014

Elaborado por: Kroemer, 1986

- **Trabajo muscular**

En las actividades laborales el trabajo muscular tiende a dividirse en los siguientes grupos: manipulación manual de materiales, trabajo repetitivo, trabajo muscular dinámico y trabajo estático.

El trabajo muscular dinámicos suele encontrarse en mayor proporción en las actividades agrícolas, forestales y construcción. Las tareas repetitivas se suelen encontrar en el procesamiento de alimentos, textiles y mueblerías. La manipulación de materiales se encuentra en las actividades donde implica almacenaje, medicina y transporte. Mientras que el trabajo estático está presente en oficinas, en la industria de mantenimiento, reparación, textiles y electrónica [18].

- **Postura en el trabajo**

La postura que toma un operario en el trabajo: del tronco, cabeza y extremidades; se puede analizar y realizar un estudio en distintos puntos de vista. La correcta postura tiene como fin facilitar el trabajo e influye en la relación temporal y el costo para el operario.

Además, existe una relación estrecha entre las capacidades fisiológicas del cuerpo y las características y los requisitos del trabajo.

Los puestos de trabajo pueden rediseñarse con el fin de evitar lesiones.

Se analiza la carga, ya que influye en la manipulación debido al peso y ubicación del objeto. También la estabilidad, tamaño y si este resbala o no, así como su facilidad de manipular.

La organización y el entorno predomina la forma, de manera física como temporal. Por último, los factores personales, que son las habilidades de los operarios para la manipulación de objetos, la edad de las personas y ropa. Para ello es necesario que se den las capacitaciones y que se dé el tiempo adecuado para el crecimiento de las habilidades que requiera los operarios al realizar sus labores [15].

- **Fatiga general, fatiga psíquica o nerviosa.**

Se define como fatiga, para indicar las distintas circunstancias que causan la disminución de la resistencia y la capacidad de trabajo. Hace referencia a la disminución del deseo por trabajar [18].

2.2.11. Diseño de puestos de trabajo

Al diseño de puestos de trabajo se le suele llamar ergonomía. Es una distribución que determina los requerimientos de espacio. Así mismo como los requerimientos totales de espacio del departamento de manufactura sólo son el total de los requerimientos individuales más un factor (un poco extra) de contingencia. En el estudio se considera las condiciones para adaptarse al lugar de trabajo, maquinaria, así como las características físicas y psicológicas del trabajador [19].

2.2.12. Distribución de planta

La distribución de planta es la agrupación física de los factores de producción, que se ubican de tal manera que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas con el fin de lograr los objetivos establecidos por el jefe de producción.

La ventaja de la distribución de planta se basa en la minimización del costo de fabricación e incrementar la productividad de esta a través de las siguientes consideraciones [20]:

- Reducción:
 - De la congestión y confusión
 - Del material en proceso
 - Del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
 - Del tiempo total de la producción
- Eliminación
 - Del desorden en la ubicación de los elementos de producción
 - De los recorridos excesivos
 - De las deficiencias en las condiciones ambientales de trabajo
- Facilitar
 - O mejorar el proceso de manufactura.
- Uso más eficiente
 - De la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios.
 - Del espacio existente
- Mejora de las condiciones de trabajo para el empleado
- Tipos de distribución de planta [9]

La disposición de los procesos y sus actividades en las plantas de producción, lo que suele llamarse distribución de planta, obedece básicamente a dos modelos, aunque en realidad, si los desdoblamos, podemos obtener varios tipos de disposición.

Distribución por puesto fijo, se le llama también por componente fijo. Todo el producto está en la misma posición, es decir el producto está fijo al puesto de trabajo, la mano de obra, las materias primas y las herramientas se desplazan hacia él. Este tipo de distribución física es conveniente para los productos que tienen ciertas particularidades en cuanto a volumen, peso o modo de producción. Las construcción naval y civil, la aeronáutica, y la artesanía tienen una distribución por puesto fijo.

Disposición orientada al proceso, en la que los puestos de trabajo están agrupados funcionalmente, es decir por el tipo de actividad que desarrollan (su función), pero sin relación alguna con el producto, que se mueve en cada operación hacia el puesto de trabajo adecuado, allí donde se halle.

Disposición orientada al producto, en la que los puestos de trabajo están dispuestos en flujo, de acuerdo con la secuencia de operaciones a seguir por el producto a obtener. [21]

2.2.13. Estudio de movimientos

Se le llama al análisis minucioso de los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con el objetivo de eliminar los movimientos ineficientes y facilitar la tarea.

Los principales métodos a los que se recurre es el visual y el estudio de micromovimiento, la última es factible cuando se analizan labores de varias operaciones cuyas repeticiones son elevadas). Se utilizan para analizar un método determinado con el fin de lograr un trabajo eficiente [22].

2.2.14. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos se emplea para determinar los tiempos estándar. Para que un trabajador realice una operación a marcha normal; considerando que debe estar calificado y entrenado. Así mismo con las herramientas apropiadas, bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar un trabajo. Consiste en 3 fases: diseño de operación nueva o perfeccionada; instalación, ajuste, aprendizaje y verificación; por último, estudio de tiempo estándar o representativo. Actualmente se emplea los métodos, los movimientos y los tiempos, como

herramienta para el análisis con el objetivo de encontrar la forma más económica de hacer el trabajo y normalizar el mismo [23].

2.2.15. Procedimientos Operativos Estandarizados (POE)

Son para establecer la uniformidad, producción y permanencia de las características de los productos o procesos que son realizados en la empresa. Para ello se debe mantener un orden entre el personal y los procedimientos operativos estandarizados. Se les llama a los procedimientos escritos donde se describen las responsabilidades, funciones de los trabajadores en relación con estos. En estos documentos escritos, se describen los pasos para realizar una tarea y se explica cómo debe de ser. En resumen, son las instrucciones para un determinado proceso de trabajo. [24]

2.2.16. Capacitación y programa de capacitación

Se le llama al plan que se encuentra conformado por distintas acciones diseñadas de acuerdo a un itinerario formativo completo, que tiene como fin dar respuestas de orientación y formación para la empleabilidad.

Se inicia el itinerario con una evaluación para saber cómo se encuentra el operario, luego recibirán formación según la tarea que desempeñan [25].

2.2.17. Diagrama de Gantt

Nace como la primera herramienta de control y planeación para proyectos, surge en los años 40 ante la necesidad de administrar proyectos y sistemas complejos de una mejor manera. Esta técnica muestra anticipadamente una manera simple de observar las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto a través de barras en el eje horizontal. El tiempo real de terminación se muestra mediante el sombreado de las barras. Si se dibuja una línea vertical en una fecha determinada. [15]

2.2.18. Análisis Costo Beneficio

El enfoque costo-beneficio sirve para tomar decisiones. Los recursos tienen que utilizarse si con ellos se van a lograr las metas de la compañía en relación con los costos esperados de esos recursos. Los beneficios que se esperan de la utilización deberían exceder a los costos esperados. Los beneficios y costos esperados no son fáciles de cuantificar. No obstante, el

enfoque de costo-beneficio resulta de utilidad para tomar decisiones en torno a la asignación de recursos. [26]

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico actual de la empresa

3.1.1. La empresa

Planet Motor's S. A. C. es una pequeña empresa con 6 años en el mercado; cuyo core-business se centra en el ensamblaje de moto taxi, comercialización de estructuras metálicas y tapiz de moto taxis.

La empresa se mantiene en constante crecimiento debido a la demanda existente para la moto taxi, ya que es un vehículo que facilita el transporte de la población y lo accesible del precio. La empresa ofrece sus productos a distintos departamentos del país tales como San Martín, Tumbes, La Libertad y la demanda interna de Lambayeque. Ante este desarrollo del mercado la empresa inició sus labores en la primera locación av. El dorado n° 1960 pero por su expansión tuvieron la necesidad de adquirir el local ubicado a una cuadra, identificado con el n° 2055 de la misma avenida figura 11. Ya que en sus inicios contaba solo con el área metalmecánica, para la elaboración de estructuras para la trimoto.

Además, la empresa cuenta un área de ventas, dedica a la comercialización de los productos ya sea para estructuras, tapiz o trimotos. Se encuentra en la av. Augusto B. Leguía 615 (figura 10). Es la encargada de recepcionar los requerimientos de los clientes, es esta el área que comunica a la planta de producción las unidades para vender.

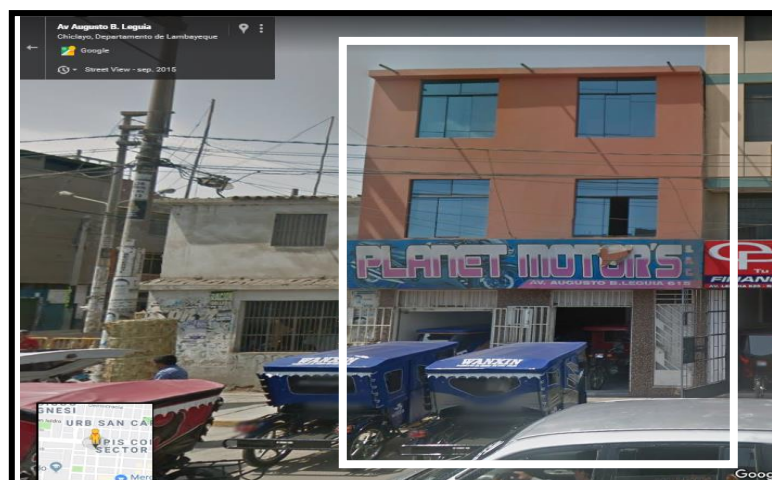


Figura 10. Ubicación del local comercial

Fuente: Google Maps



Figura 11. Ubicación de las instalaciones de la empresa

Fuente: Google Maps

Los datos de la empresa son los siguientes:

- a. **Razón social:** Planet Motor's S. A. C.
- b. **Tipo de empresa:** Sociedad anónima Cerrada
- c. **RUC:** 20539118111
- d. **Dirección:** Av. El dorado n° 1960 y n°2055, Pj. Nuevo San Lorenzo, distrito José Leonardo Ortiz.

3.1.2. Productos

La empresa comercializa sus productos para los departamentos de Tumbes, La Libertad, San Martín y Lambayeque. Los clientes se caracterizan por ser muy exigentes en la compra, ya que es un medio de transporte para personas.

Para solicitar las unidades que requieren, realizan el pedido a través del área de ventas, donde esta área solicita a la planta de producción. Sus clientes buscan la calidad del producto, un buen acabado y entrega a tiempo según lo pactado en sus contratos.

Las líneas de productos son las siguientes:

- a. **Línea de estructuras metálicas:** Esta incluye las puertas delanteras, puertas posteriores y panorámicos.

b. Línea de tapicería: Incluye el cobertor de completo, compuesto por cobertor delantero, cobertor posterior, chavo, cubre fango, panorámico, puerta delantera y puerta posterior.

c. Línea de mototaxi: Incluye el mototaxi completa o mototaxi planet, mototaxi semiabierta y abierta (figura 12).

- Mototaxi abierto no incluye panorámico, par de puertas delanteras y posteriores.
- Mototaxi semi abierta cuenta con panorámico y un par de puertas delanteras.
- El mototaxi completa se caracteriza por tener la estructura metálica, panorámico, puertas delanteras, puertas posteriores y tapiz. Además, sus variaciones son con respecto al color del tapiz que puede ser roja, azul y negra; esta depende del pedido del cliente. Para la elaboración de este producto se utilizan las piezas elaboradas en la línea de estructura metálica y de tapicería.

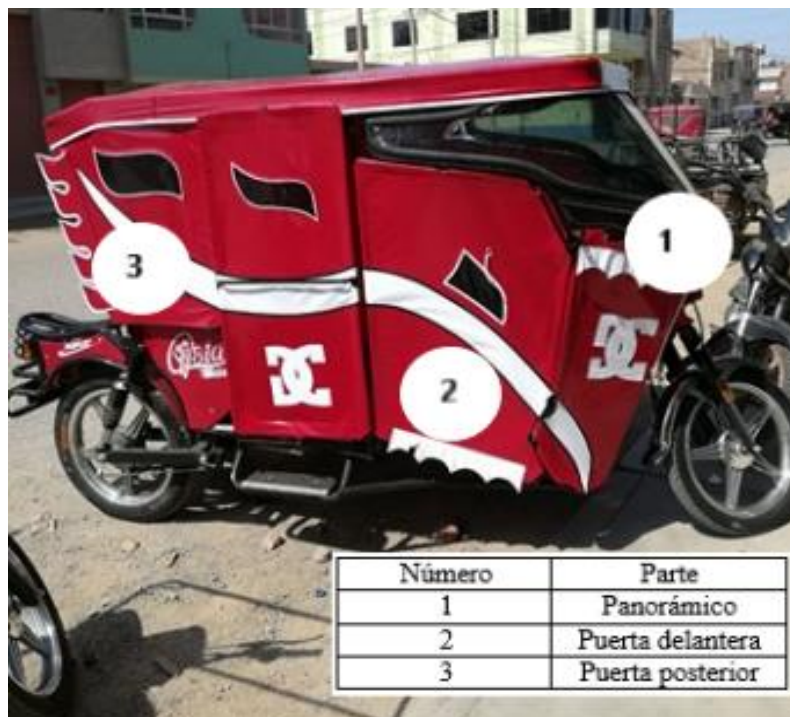


Figura 12. Fotografía del mototaxi completa

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

Las especificaciones del chasis y del motor es las siguientes tablas 7 y 8.

Tabla 7 Especificaciones del chasis Planet Motor's

Especificaciones de chasis	
Marca	Planet Motor's
Número de ejes	2
Número de llantas	3
Dimensión de llantas	2,75-18 X 3,25-18
Peso bruto	260 kg
Longitud total	2,98 m
Ancho total	1,33 m
Alto total	1,72m
Carrocería	Metálica
Suspensión delantera	Barras telescópicas
Suspensión trasera	Doble amortiguador
Frenos (del/pos)	Tambor / tambor
Transmisión	5 velocidades

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

Tabla 8. Especificaciones del motor

Especificaciones de motor	
Marca del motor	Wanxin
Referencia	WX 150-A/ TRE
Potencia máxima	14,5 hp/ 7500 rpm
Sistema de arranque	CDI
Capacidad del tanque	14 L (3,5 galones)
Refrigeración del motor	Por aire
Combustible	Gasolina
Consumo	120 km/gal
Velocidad máxima	75 km/h

Fuente: Planet Motor's S. A. C

Para poder determinar la importancia que representa cada producto en los ingresos de la empresa, se realiza una clasificación ABC. A pesar de que la metodología menciona que la clase A y B son el 80% del total; se decidió definir como criterio la cantidad de unidades vendidas y el total de las ventas por producto. Siendo el resultado el análisis en la trimoto completa por que representa un 58,3% de los ingresos y es dos veces las ventas en unidades de la trimoto pc +ppc. Además, que este tipo de producto atraviesa todas las etapas del proceso

productivo. En la tabla 9 se aprecia la cantidad de unidades vendidas durante un año siendo un total de 2 086 mototaxi.

Tabla 9. Priorización de productos en base a los ingresos del año 2018

Producto	Trimotos ofrecidas en un año	Precio Unid	Valor total	% Total	Orden
Trimoto Completa	582	S/. 4 300	S/. 2 502 600	58,3%	1
Trimoto PC + PPC	273	S/. 4 200	S/.1 148 448	26,8%	2
Trimoto Abierta	120	S/. 3 800	S/. 456 440,80	10,6%	3
Panorámica estructura	440	S/. 190	S/. 83 600	1,9%	4
Puertas Delanteras estructura	327	S/. 150	S/. 49 050	1,1%	5
Puertas Posteriores estructura	344	S/.150	S/. 51 600	1,2%	6
TOTAL	2086		S/. 4 291 738,80	100%	

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

La presente investigación solo se centrará en la línea de trimotos completa ya que representa un ingreso considerable a la empresa, a través de la mejora del proceso productivo del mototaxi completa.

3.1.3. Materia prima

Para la elaboración de un mototaxi completo debe pasar por las tres líneas de producción. En la primera línea para la elaboración de las estructuras metálicas se requiere de un tubo LAC redondo liso con distintos diámetros dependiendo la pieza y de largo 6 metros.

Este tipo de tubos son conformados en frío y unidos por un proceso de electrosoldado; estos son elaborados según la norma ASTM A1011. Este material se caracteriza por que cuenta con 0,15% de carbono. El acabado superficial del tubo es de acero laminado en caliente teniendo un color negro característico y presenta una película fina de aceite en la superficie. Los tubos que se utilizan para la carrocería son los presentados en la figura 13.



Figura 13. Fotografía de la materia prima Tubo LAC

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

Para la producción del cobertor completo realizado en el área de tapicería, la materia prima es el cuero sintético (figura 14) de poliuretano con textura lista. Este material se recepciona en un rollo de 1,45 metros de ancho y 75 metros el total, se adquiere en distintos colores como negro, azul, plateado, rojo y blanco que suelen ser los más demandados.



Figura 14. Cuero sintético

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.4. Herramientas y mobiliario

La empresa emplea las siguientes herramientas en el proceso productivo, ya sea para el área de ensamble, áreas que corresponden a la producción de estructuras metálicas o el área de tapicería. Las herramientas son las siguientes:

- Matriz de asiento

En la figura 15 se encuentra la matriz de asiento, en este el operario coloca las piezas para el asiento y a través de la soldadura se hace un ensamble permanente.



Figura 15. Matriz de asiento de ensamble de asiento
Fuente: Planet Motor's S. A. C.

- Matriz de base

En la figura 16 se encuentra la matriz de base, en este el operario coloca las piezas para la producción de la base y a través de la soldadura se hace un ensamble permanente.



Figura 16. Matriz de ensamble de techo

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

- Matriz de techo

En la figura 17 se encuentra la matriz del techo, en este el operario coloca las piezas para la elaboración del techo y a través de la soldadura se hace un ensamble permanente.



Figura 17. Matriz de ensamble de techo

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

- Mesa de corte

La mesa de corte es de base metálica con tablero de madera, se encuentra en la figura 18. Se utiliza para el corte de las piezas para el asiento y también se emplea para el ensamble.



Figura 18. Mesa de corte

Fuente: Planet Motor's S. A. C.


3.1.5. Maquinaria

La maquinaria empleada en el proceso productivo para un mototaxi completa están divididas en la línea de metalmecánica, tapicería y ensamblaje. Para la línea de metalmecánica se emplea las siguientes máquinas:

- Máquina de soldar MIG MAG

Esta herramienta es una de las más utilizadas en todo el proceso, es de fácil manipulación. Su funcionamiento se basa en el calentar ambas piezas para luego provocar una unión entre ellas generando una mayor resistencia en esta unión. Al soldar con una máquina mig mag se utiliza un gas carbónico, sus especificaciones se encuentran en la tabla 10.

Tabla 10. Especificaciones de Soldadura

Marca: Atecen	
Ubicación: Área de soldadura	
Dimensiones: 760 x 375 x 820 mm	
Accesorios: consumibles	
Tipo: Eléctrico	
Suministro de energía: 220/440 V	
Voltaje: 44 VDC	

Fuente: Planet Motor's

- Dobladora manual

Es aquella máquina mecánica que utiliza una matriz como herramienta y ejerce la fuerza del operario para lograr la deformación en el tubo, con el fin de obtener la pieza requerida. Se encuentra en la figura 19.



Figura 19. Fotografía de la dobladora manual
Fuente: Planet Motor's S. A. C.

- Horno de curado

Es un equipo utilizado para la pintura aerográfica de piezas con recubrimiento industrial. Este alcanza temperaturas entre 170°C a 210°C para recubrimientos de poliéster epóxico,

utilizado por su mayor duración y brillo para el acabado. La figura de referencia es la número 20 y se encuentra en el local 2.



Figura 20. Fotografía del horno de curado

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

- Cortadora de disco

Es una máquina eléctrica encargada de realizar el corte transversal del tubo a través de un disco giratorio. Esta cuenta con dos de estas máquinas repartidas para ambas áreas de la empresa. Se encuentra en la figura 21.



Figura 21. Fotografía cortadora de disco

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

- Máquina de Coser

Es una máquina empleada para realizar un ensamble permanente mediante el uso de hilo u otro entre piezas de cuero sintético. El trabajador recopila todas las piezas del tapiz y procede a su ensamble.

3.1.6. Mano de obra

La empresa Planet Motor's S. A. C. cuenta con una estructura organizativa vertical, el gerente general es la persona que se encarga de la producción y gestión. Así mismo se encuentra dividida en área administrativa y área de producción. Cada área respeta sus funciones y obligaciones determinadas al ingresar a laborar en la empresa.

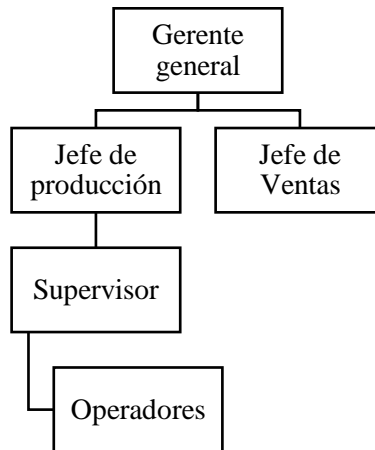


Figura 22. Organigrama de la empresa

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

Gerente general: Es la persona encargada de realizar las labores contables, a su vez es el representante legal de la empresa. También es el encargado de programar la producción de la planta.

Jefe de producción: Es el encargado junto con el gerente de programar la cantidad de productos a elaborar según lo requerido por el jefe de ventas.

Jefe de ventas: Es el nexo entre el cliente y la empresa, ofrece los productos y al trazar la venta emite una orden de pedido para planta, siendo el jefe de producción junto con el gerente que programa la producción de las unidades requeridas.

La planta de producción cuenta con un equipo de trabajo conformado por 13 operadores. El encargado de supervisar, programar y ejecutar es el gerente general que cumple también la función de jefe de producción.

Los trabajadores realizan sus actividades durante 6 días a la semana, cuyo ingreso es de 8:00 am, contando con una hora para su refrigerio de 1:00pm a 2:00pm. Laboran un total de 9 horas.

La cantidad de operarios descritos en la tabla 11 se encuentran agrupados según la labor que realizan y el área donde se encuentran. Estas son: área de fabricación de carrocería, área de tapicería, área de ensamble y finalmente oficina.

Además de contar con operarios que tienen hasta 3 años con ellos. Los trabajadores pese al tiempo que tienen laborando no han recibido capacitación alguna; la mayoría de ellos solo termino su educación secundaria y aprendieron el oficio de manera empírica.

Tabla 11. Características de los operarios

Área desempeña	Operario	Nivel de instrucción	Actividad	Tiempo trabajando en la empresa
Área de fabricación de carrocería	1op	Secundaria completa	Corte y soldadura	6 meses
	2op	Secundaria completa	Doblado	2,5 años
	3op	Secundaria completa	Soldadura	3 años
	4op	Secundaria completa	Soldadura	2 años
	5op	Secundaria completa	Soldadura	6 meses
	6op	Secundaria completa	Corte, soldadura y doblado	2 años
	7op	Secundaria completa	soldadura y doblado	9meses
	8op	Secundaria completa	Corte	1 año 8 meses
Área de tapicería	9op	Secundaria completa	Corte	2 años
	10op	Secundaria completa	Aplicación de tapiz y supervisor de tapicería	3 años
	11op	Secundaria completa	Costura	1 año 5 meses
Área de ensamble	12op	Secundaria completa	Unión de las partes de tapicería y la estructura de la trimoto	9 meses
	13op	Secundaria completa	Soldadura y ensamble	3 años
Oficina	14op	Técnico	Jefe de producción	6 años

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

La remuneración de los trabajadores está sujeto a la experiencia que tienen, los que cuentan con una mayor experiencia reciben 5 soles la hora, según el área donde desempeñen sus labores también influye en su remuneración.

3.1.7. Proceso de producción

El proceso de producción tiene las siguientes etapas:

3.1.7.1.Recepción de materia prima e insumos

La prima etapa es la recepción de materia prima e insumos. Los materiales son recibidos de acuerdo con el requerimiento de un lote de 40 unidades; estos pueden ser cuero, espuma, triplay, platinas y tubos de acero negro.

3.1.7.2.Cortado

El proceso de cortado se realiza a través de una tronzadora eléctrica; los tubos se cortan según la longitud deseada a través de la sierra circular. Estos son habilitados según la cantidad requerida para la producción. En la estación de trabajo como se presenta en la siguiente figura23, el operario habilita el material, pero mientras realiza la tarea los residuos caen al costado de él causando un desorden en su área, sin permitirle el desplazamiento en la misma.



Figura 23. Etapa de cortado

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.7.3. Doblado

Ingresan todos los tubos previamente cortados con la longitud requerida para la pieza. En esta operación se realiza la deformación del tubo a través de la fuerza que ejerce el operario en la utilización de la máquina. Actualmente se cuenta con 2 locales para realizar esta tarea.

En el primer local se habilitan las piezas de la carreta (conformado por los asientos y parrilla), seguido se realiza el doblado de las piezas del techo (estas son más sencillas por las características del material). En la siguiente figura 24 se aprecia la etapa de doblado mecánico en el local 1 de la empresa; se observa el material acumulado en espera para ser procesado.



Figura 24. Etapa de doblado

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

En el segundo local se realiza el doblado de los tubos para la elaboración de puertas delanteras y puertas posteriores.

3.1.7.4.Soldadura

Este proceso se realiza a través de la soldadura MIG MAG; consiste en soldar con un gas activo; se utiliza CO₂. El operador se encarga de ubicar las piezas que salieron del doblado en una matriz de ensamblaje para realizar la primera soldadura llamada de punto. Actualmente, se cuenta con 2 locales para realizar esta tarea.

En el primer local se sueldan las piezas salidas del doblado (asiento, parilla, carreta, caballo y techo) En el segundo local se sueldan las piezas salidas del doblado puertas delanteras y posteriores. En la siguiente figura 25 se muestra la etapa de soldadura.



Figura 25. Etapa de soldadura
Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.7.5. Pintado

Las piezas ensambladas ingresan a un lavado para proceder al pintado mediante un desengrase y un enjuague con un flujo de agua constante. En este caso la empresa solo realiza el pintado de puertas y panorámicos en sus instalaciones; el techo y carreta se realiza en una empresa externa.

Para las puertas y panorámicos el proceso consiste en aplicar la pintura en polvo con pistolas electrostáticas para que ingresen a un horno de curado. Este alcanza una temperatura 180°C para así polimerizar la pintura electrostática, permitiendo un mejor acabado y duración. El horno antes mencionado se encuentra en el local 2 y se presenta en la figura 26.



Figura 26. Horno de curado
Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.7.6.Ensamblaje 1

Esta operación consiste en la unión permanente de las partes de las trimotos compuesta por: base, techo y panorámico; al igual que la conexión del motor y del sistema eléctrico. La empresa por no contar con el personal capacitado para realizar el ensamblaje del sistema eléctrico recurre a tercerizar esta operación. Las piezas base, techo, caja de trimoto que incluye el motor son llevados a la empresa que realiza esta operación, es un traslado de 350 metros finalizado este ensamble se recurre a transportar nuevamente al local 1.

3.1.7.7.Tapicería

Consiste en la elaboración de un cobertor completo, asientos y pisos para la trimoto Planet. Primero se traza la forma de la pieza requerida con la ayuda de un molde, luego de realizar esta operación sigue el cortado del cuero para tener la pieza terminada. Luego de tener la pieza se procede a la unión permanente a través de costura, si en caso es el tapiz de un asiento o cobertor completo. Otro operario del área de tapicería se encarga de la elaboración de los pisos y asientos. En la figura 27 se encuentra el trazado y corte, mientras que la estación de costura es la figura 28.



Figura 27. Etapa de tapizado

Fuente: Planet Motor's S. A. C.



Figura 28. Estación de tapizado
Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.7.8. Ensamblaje 2

Inicia con el ensamble de las puertas delanteras y/o posteriores dependiendo del pedido del cliente, entre estos se encuentra:

- Mototaxi completa o Planet: Incluye todo, puertas delanteras, posteriores, panorámico y tapiz completo.
- Mototaxi semiabierto: Incluye panorámico y solo puertas posteriores.
- Mototaxi: No incluye puertas, ni panorámico.

De acuerdo con las salidas de tapicería, se coloca primero los pisos de la moto, luego los asientos tanto de pasajero y chofer. Por último, se coloca el cobertor completo este incluye: carpa, chavos, cobertor posterior y cobertor delantero. Para evitar el transporte del local 1 al local 2 de la empresa durante el ensamblaje 2 realiza fuera de las instalaciones, pese a que no es la mejor condición, la empresa opera así en la actualidad. En la siguiente figura 29 se puede apreciar mejor como encuentra el área de trabajo que en muchas ocasiones termina siendo el área externa de la empresa.



Figura 29. Etapa de ensamblado 2

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.7.9. Almacenado

Luego de terminar de elaborar la moto completa este ingresa a la otra instalación de la empresa que tiene como función almacenar y ser el lugar de elaboración de las puertas y el proceso de pintado electrostático. El almacenado se realiza en el local, a continuación, se muestra la siguiente figura 30 con el producto terminado.



Figura 30. Almacén de producto terminado

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.8. Sistema de producción

El sistema de producción que emplea la planta de Planet Motor's S.A.C. es intermitente, es decir sus instalaciones son flexibles ya que maneja una gama de productos. Para la obtención de un mototaxi se realiza el proceso de ensamble, pero previo a esto se producen las piezas requeridas para la operación final.

3.1.9. Análisis para el proceso de producción

Para poder analizar el proceso de producción se requiere determinar los tiempos promedios de las etapas descritas anteriormente. Se procedió a tomar observaciones preliminares para conocer el tiempo de ciclo y así posteriormente aplicar el método de General Electric para determinar el número de observaciones.

3.1.9.1. Tiempos promedio

Para conocer el tiempo de ciclo inicialmente se empleó como herramienta un cronómetro, se procedió a tomar las muestras de cada actividad realizada en el local 1 y local 2; de acuerdo con su secuencia que se realizan (se aprecia en el anexo 1). Se decidió por 5 muestras preliminares. El tiempo promedio de las observaciones preliminares la suma total de este tiempo es de 688,98 minutos, las tablas fueron agrupadas por piezas y cada subtotal fue sumado (anexo 1).

Las mediciones de tiempos realizadas según lo mencionado por la tabla de General Electric, condiciona que cuando es mayor a 40 minutos el tiempo de ciclo, la muestra será de tres observaciones.

Tabla 12. Recomendaciones por General Electric

Tiempo del ciclo en minutos	n° de ciclos recomendados
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1	30
2	20
4 - 5	15
5 - 10	10
10 - 20	8
20 - 40	5
40 o más	3

Fuente: Caso Neira, 2006

Las tablas presentadas fueron agrupadas por piezas y de acuerdo como interactúan durante el proceso. Además de desglosarse por actividades realizadas para cada pieza a lo largo del proceso productivo. Esto permite que se procese mejor la información. En la tabla 13 se encuentran las observaciones del techo y base estas piezas ingresan juntas en la etapa de la pintura externa.

Tabla 13. Observaciones de la elaboración de techo y carreta

Observaciones					
Empresa: Planet Motor's S. A. C.			Fecha: Setiembre		
Pieza	Techo y base	Analista:		Pierina Soto Arrasco	
N°	Descripción de la operación	Tiempo (min)			Tiempo promedio
		1	2	3	
1	Cortado de tubo de techo	2,57	2,45	2,59	2,54
2	Preparación de máquina de techo	5,48	6,34	5,25	5,69
3	Doblado mecánico de techo	6,2	6,16	6,26	6,21
4	Espera para soldadura de techo	4,45	3,42	3,36	3,74
5	Soldadura 1 de techo	13,4	15,2	18,55	15,72
6	Espera para soldadura 2	5,2	6,31	5,27	5,59
7	Soldadura 2	17,1	16,58	17,58	17,09
8	Cortado de tubo para base	10,43	12,44	11,04	11,30
9	Preparación de máquina doblado base	5,55	6,56	5,42	5,84
10	Doblado mecánico base	59,34	62,13	64,35	61,94
11	Transporte matriz base	0,57	0,28	1,21	0,69
12	Espera para soldadura base	9,08	7,52	8,04	8,21
13	Soldadura 1 de la base	13,59	15,53	16,59	15,24
14	Espera para soldadura 2 de la base	4,35	4,51	6,28	5,05
15	Soldadura 2 de la base	36,42	37,06	40,58	38,02
16	Pintura operación externa	48,69	52,02	54,04	51,58
Total		242,42	254,51	266,41	254,45

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

En la tabla 14 se encuentra las tres observaciones con respecto a un par de puertas delanteras y un par de puertas posteriores. Estas cuatro piezas son procesadas en el local 2 es por ello que al final de la producción de ambas puertas existe un transporte al local 1. El tiempo total para producir ambas piezas es de 96,36 minutos.

Tabla 14. Observaciones de puertas delanteras y posteriores

Muestreo de Tiempos en la elaboración de puertas delanteras y posteriores					
Empresa:	Planet Motor's S.A.C		Fecha:	Setiembre	
Pieza	Puertas delantera y posterior		Analista:	Pierina Soto Arrasco	
Local	2				
N°	Descripción de la operación	Tiempo (min)			Tiempo promedio
		1	2	3	
1	Cortado de tubo puerta delantera	2,46	2,56	3,08	2,70
2	Demora para el doblado puerta delantera	9,25	10,17	9,12	9,51
3	Doblado mecánico de puerta delantera	4,05	5,59	4,12	4,59
4	Soldadura de puerta delantera	2,56	3,18	2,51	2,75
5	Cortado de tubo puerta posterior	2,03	2,09	2,12	2,08
6	Preparación de máquina para el Doblado puerta posterior	4,56	4,35	5,48	4,80
7	Doblado mecánico puerta posterior	4,58	5,29	4,42	4,76
8	Soldadura de puerta posterior	6,45	8,3	6,41	6,45
9	Lavado de ambas puertas	16,03	15,40	15,29	15,57
10	Espera para pintado de puertas y panorámicos	22,38	22,56	24,02	22,99
11	Pintura de puertas	18,00	19,25	17,59	18,28
12	Transporte local 1	2,09	1,29	2,25	1,88
Total, empleado		94,44	91,73	90,00	96,36

*Producción por unidad, en el proceso productivo ingresas dos unidades por cada tipo de puerta

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

La tabla 15 tiene las tres observaciones del panorámico y cobertor completo que le corresponde al tapiz de la trimoto, estas son realizadas en el local 1.

Tabla 15. Observaciones de elaboración panorámico y cobertor completo

Muestreo de Tiempos en la elaboración panorámico y cobertor completo					
Empresa:	Planet Motor's S. A. C.	Fecha:	Setiembre		
Pieza	Panorámico y cobertor completo	Analista:	Pierina Soto Arrasco		
Local	1				
N°	Descripción de la operación	Tiempo (min)			Tiempo promedio
		1	2	3	
1	Trazada de cuero de panorámico	5,03	4,35	4,5	4,63
2	Cortado de cuero de panorámico	3,50	2,53	2,48	2,84
3	Demora para costura de panorámico	3,34	4,45	4,32	4,04
4	Costura de panorámico	18,30	24,14	27,31	23,25
5	Trazado de cobertor completo	10,01	9,55	10,08	9,88
6	Cortado cuero de cuero para cobertor c.	8,47	9,32	8,39	8,73
7	Espera para costura de cobertor completo	15,30	16,20	18,43	16,64
8	Costura cobertor completo	92,10	90,16	85,05	89,10
Total		156,05	160,70	160,56	159,10

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

En la tabla 16 se encuentra las observaciones de la elaboración del piso y asiento, se elabora en el área de tapicería. El tiempo empleado es de 28,88 minutos, no se realizan 8 muestras según general electric porque se analiza con respecto al ciclo de una trimoto completa y no por piezas.

Tabla 16. Observaciones de elaboración de piso y asiento

Muestreo de Tiempos en la elaboración piso y asiento					
Empresa:	Planet Motor's S. A. C.	Fecha:	Setiembre		
Pieza	Piso y asiento	Analista:	Pierina Soto Arrasco		
N°	Descripción de la operación	Tiempo (min)			Tiempo promedio
		1	2	3	
1	Trazado	2,5	2,53	2,48	2,50
2	Cortado cuero triplay y espuma	5,41	6,44	8,58	6,81
3	Demora para costura	5,50	6,36	6,18	6,01
4	Costura	8,30	9,14	8,10	8,51
5	Armado	5,00	5,03	5,08	5,04
Total		21,71	24,47	25,34	28,88

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

Las observaciones del ensamblaje, donde se encuentra el ensamble 1, realizado en una empresa tercera. El ensamble 2 es realizado en el local 1 de la empresa, en esta etapa ingresan todas las piezas producidas y mencionadas en las tablas anteriores; se encuentra en la tabla 17.

Tabla 17. Observaciones del ensamblaje

Observaciones					
Empresa: Planet Motor's			Fecha: Setiembre		
Pieza Trimoto completa		Analista: Pierina Soto Arrasco			
N°	Descripción de la operación	Tiempo (min)			Tiempo promedio
		1	2	3	
1	Ensamble 1	23,77	23,61	22,53	23,30
2	Ensamble 2	42,60	49,50	53,20	48,43
3	Transporte almacén de producto terminado	2,48	3,18	2,45	2,70
Total		68,85	76,29	78,175	74,44

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.9.2. Diagrama de Operaciones de Proceso

En la figura 31, se muestran las etapas de producción que involucra tanto al local 1 y local 2 de la empresa, iniciando con la producción del techo y base para la trimoto Planet. Por último, se elabora el piso y asiento en el área de tapicería. El ensamble final realizado en Planet Motor's S. A. C. es la operación 25. En el cuadro resumen se aprecia la cantidad de operaciones, inspecciones y operaciones combinadas que están presentes en el proceso, así como el tiempo de ciclo.

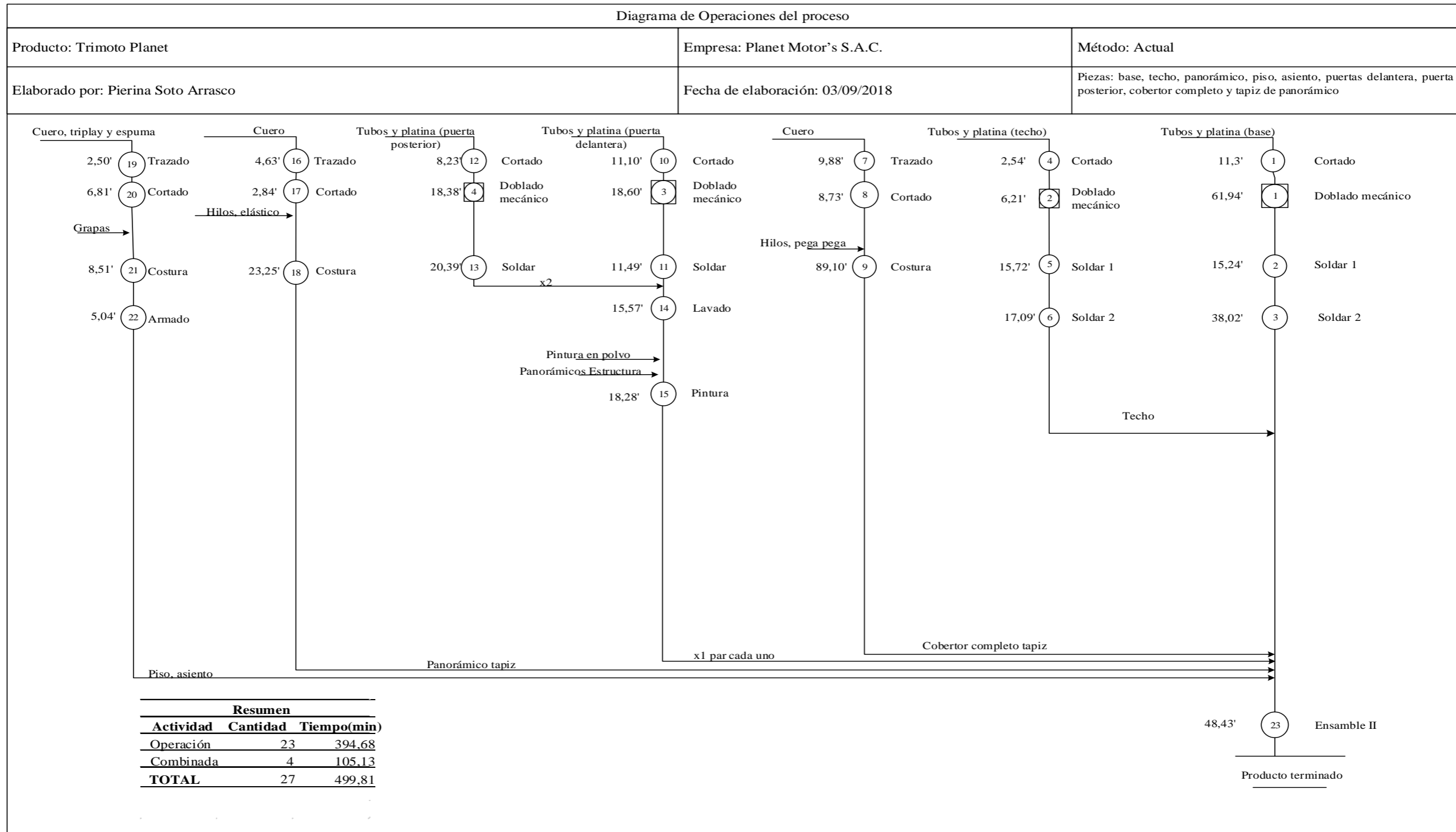


Figura 31. Diagrama de Operaciones del proceso

3.1.9.3. Diagrama de Análisis de Proceso

En la figura 32 se aprecia el diagrama de análisis del proceso productivo de una moto taxi Planet. En el diagrama de la situación de actual de la empresa existen 23 operaciones, 3 transportes y 14 demoras; es el método actual de fabricación.

En el proceso ingresa cuero sintético, tubos, platinas y triplay como materia prima; para la elaboración de las siguientes piezas: base, techo, cobertor completo (tapiz), par de puertas delanteras, par de puertas posteriores, panorámico (tapiz) y por último el piso y asiento.

Para la pieza de la base y techo, la empresa realiza una operación tercerizada; que consisten en la pintura electrostática. Esta operación es realizada en una empresa que se encuentra a 350 metros del local. Todas estas piezas que ingresan son ensambladas; en dos operaciones de unión permanente; ensamblaje 1 y ensamblaje 2.

Las actividades del ensamble 1 son realizados por la misma empresa donde se realiza la pintura electrostática.

Planet Motor's busco una empresa que le ofrezca menores tiempos de operación. Esas actividades que son realizadas fuera de la empresa son consideradas como una demora 7 y 8.

Además, en este diagrama existe una parte de la producción en el local 2, donde solo se realizan las puertas y pintura por eso finaliza con una actividad de transporte.

También ingresa en el proceso el panorámico en estructura antes de la operación 15, debido a que esta pieza es comprada solo para ser pintada y ensamblada.

Por último, el proceso productivo termina con un ensamblaje 2 donde solo se instalan las piezas como puertas, tapiz y panorámico.

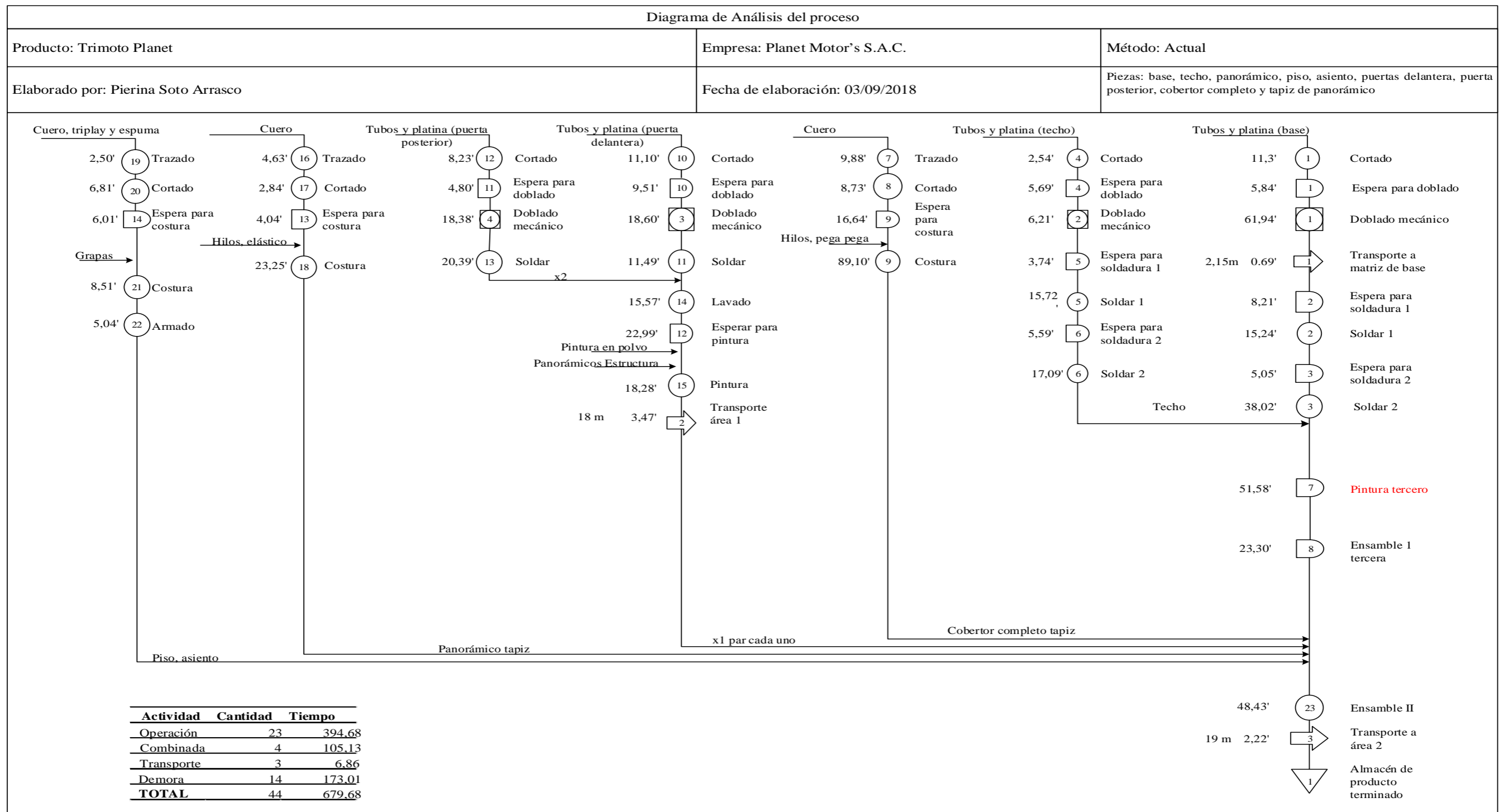









Figura 32. Diagrama de Análisis de proceso de Mototaxi Planet

3.1.9.4. Diagrama de recorrido

Del diagrama de análisis del proceso presentado anteriormente, se procede a plasmarlo en dos croquis. El primero es el de la figura 33 donde se encuentra el local 1 donde se procesan las piezas base, a excepción de las puertas y el panorámico que ingresa al proceso. En este diagrama se puede apreciar el cruce del material. A continuación, se presentan los diagramas de recorrido para cada local, existe una operación alfa porque es donde se une el proceso productivo. Se encuentra en la figura 33 y 34.

En la tabla 18 se encuentra la leyenda de ambos croquis para lograr comprender ambos diagramas de recorrido; con el fin de demostrar cómo se encuentra la situación actual del proceso productivo.

Tabla 18. Leyenda del diagrama de recorrido

Significado	Representación gráfica
	Elaboración de base
	Elaboración de techo
	Elaboración de panorámico tapiz
	Elaboración de cobertor completo
	Elaboración de piso y asiento
	Pintado de puertas
	Elaboración de puerta delantera
	
α	Continuación del proceso

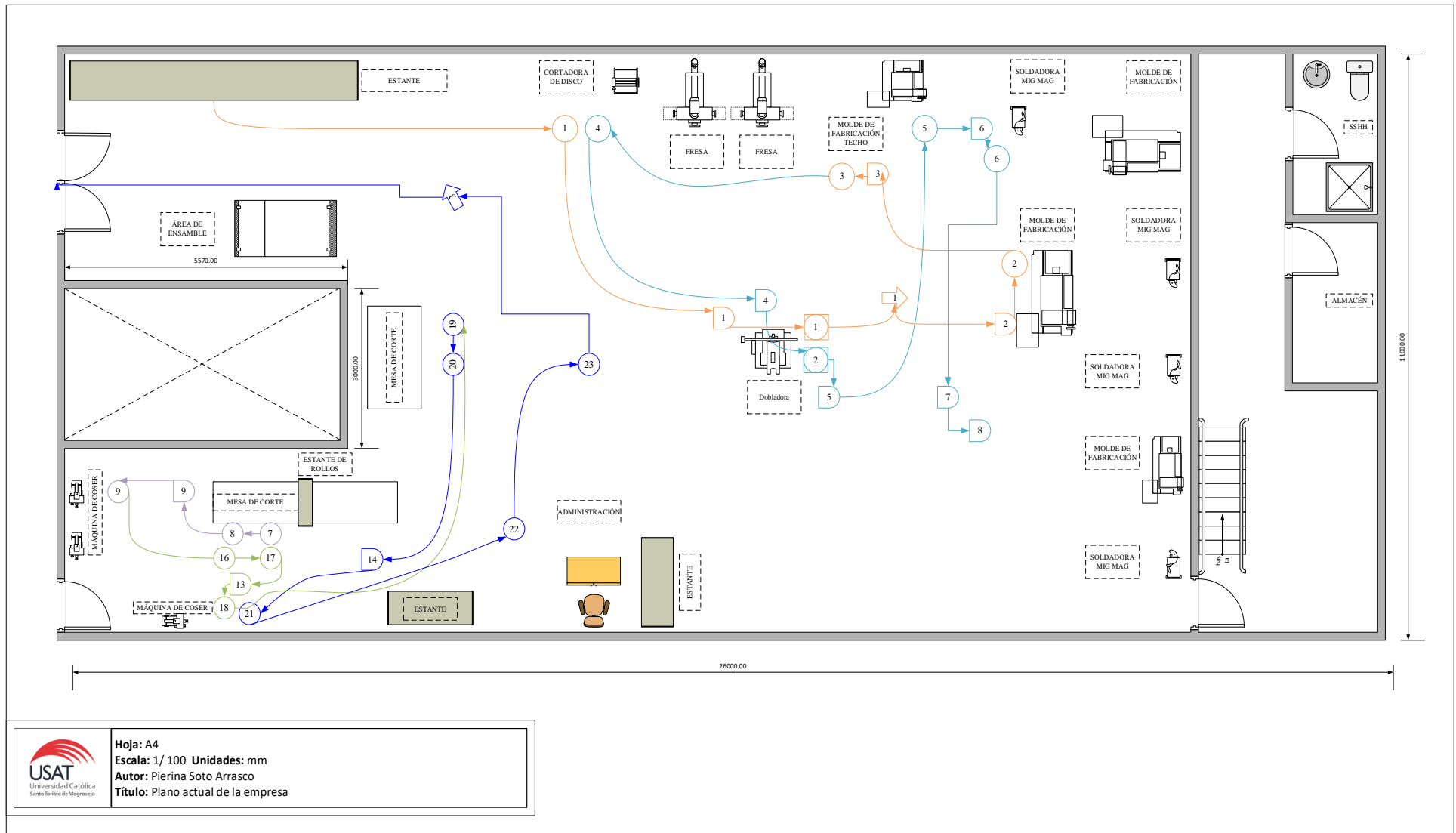
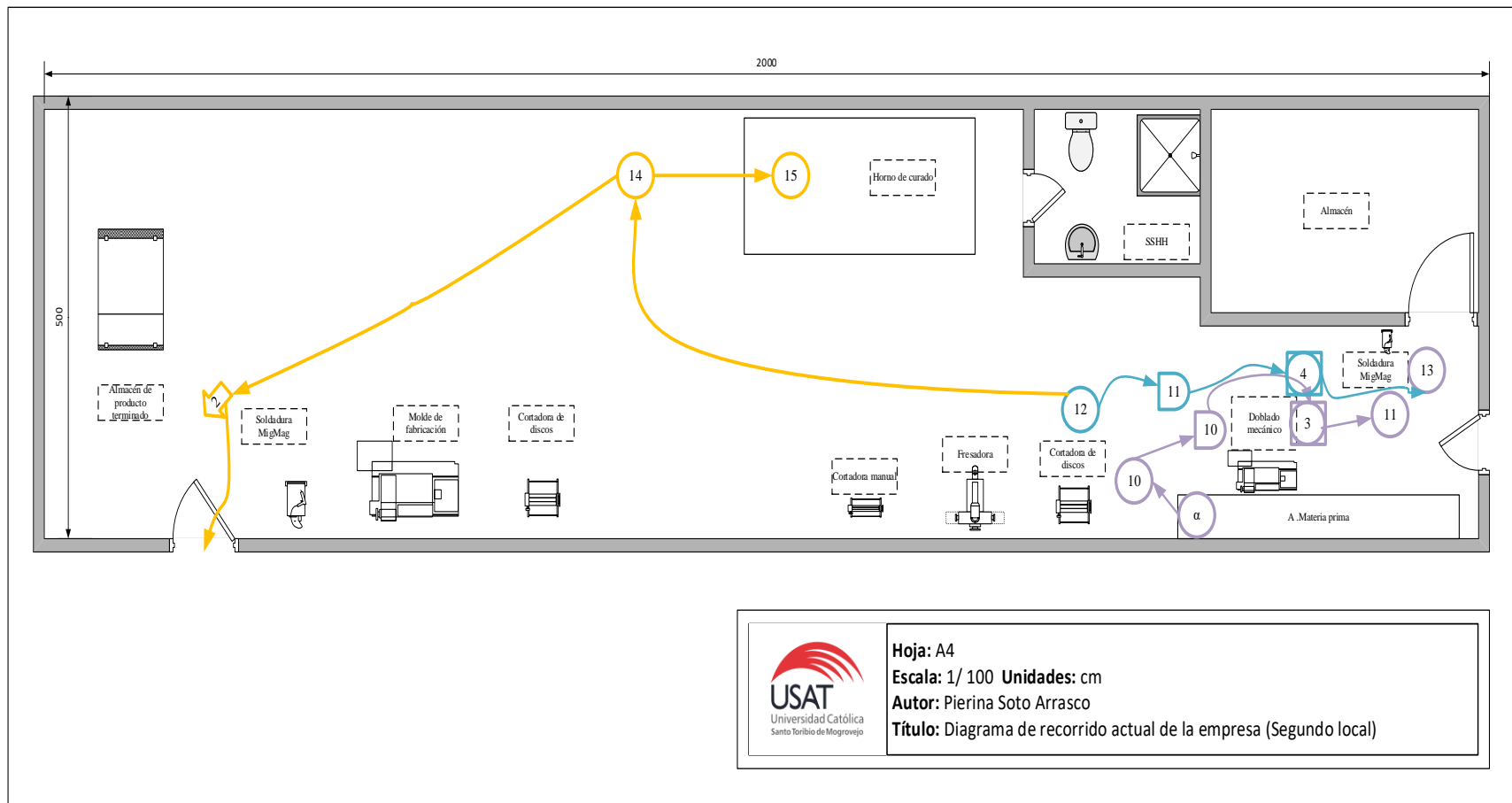


Figura 33. Diagrama de recorrido del local 1 de Planet Motor's S.A.C.

Fuente: Planet Motor's S. A. C.




 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p>	Hoja: A4
	Escala: 1/ 100 Unidades: cm
	Autor: Pierina Soto Arrasco
	Título: Diagrama de recorrido actual de la empresa (Segundo local)

Figura 34. Diagrama de recorrido del local 1 de Planet Motor's S.A.C.

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

3.1.10. Análisis de la información

En la siguiente tabla se muestran los tiempos promedios para las actividades de mayor requerimiento. Se pudo evidenciar que el cuello de botella está en la etapa de costura de cobertor completo con un tiempo de 89,10 minutos.

Tabla 19. Resumen actividades con mayor tiempo de procesamiento

Actividad	Tiempo promedio (min)	Operación realizada en pieza	Área de la empresa	Local
Doblado mecánico	61,94	Base de carrocería	Fabricación de carrocería	Local 1
Soldadura 2	38,02	Base de carrocería	Fabricación de carrocería	Local 1
Costura Cobertor completo	89,10	Cobertor completo	Tapicería	Local 1

Además del cálculo del tiempo promedio se buscó establecer las actividades improductivas y productivas a partir de las actividades que no generan valor son un total de 179,86 minutos, la suma de actividades que generan valor son un total de 499,81 minutos.

De ello se tiene un total de 679,68 minutos al determinar la tasa de actividades improductivas es un 26,46 % y actividades productivas 73,54 %.

a. Causa 1: Actividades improductivas en el cuello de botella

Una de las causas que con llevan al bajo nivel de servicio son las actividades improductivas presentes a lo largo del proceso de producción, en especial en el cuello de botella: costura de cobertor completo. La operación cuello de botella comprende las siguientes piezas: dos laterales, un cobertor delantero, cobertor posterior y un chavito.

Para identificar como se encuentran las actividades en la estación se procede a elaborar la herramienta de los 5 por qué, con el fin de realizar una breve evaluación (tabla 20).

Para determinar los movimientos que no generan valor se procede a realizar un diagrama bimanual para las piezas antes mencionadas; en esta estación solo labora el operario con el código #10, se encuentran en la figura 35 a la 39. Para ello se recurrió a la aplicación del diagrama bimanual para estas piezas utilizando como código los therblig de Gilbreth. Con ello se tiene que la mayoría de las actividades que no generan valor se encuentra cuando utiliza la

mano de izquierda, es ahí donde se debe proponer soluciones con el fin de reducir estas actividades. El tiempo total de la operación es de 89,10 min es el resultado del tiempo promedio.

Tabla 20. 5WH de la operación costura de cobertor completo.

5WH de Costura de cobertor completo			
Propósito	¿Por qué se hace?	Para obtener un cobertor completo, a través del ensamble permanente por costura.	¿Qué se hace?
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Ninguna	Se realiza el ensamble de las piezas del cobertor completo a través de la costura de carpa, laterales, cobertor posterior, chavo y cobertor delantero.
	¿Qué debería hacerse?	Ninguna	
Lugar	¿Por qué se hace allí?	Por qué se encuentra la máquina que realiza el ensamble permanente	¿Dónde se hace?
	¿Dónde podría hacerse mejor?	Ningún lugar	Se realiza en la estación costura, esta se encuentra en el local n°1
	¿Dónde debería hacerse?	En la estación costura	
Sucesión	¿Por qué se hace en ese momento?	Por qué las piezas cortadas previamente requieren un ensamble permanente	¿Cuándo lo hace?
	La secuencia de las acciones es el apropiado	Si	Se realiza después de que las piezas fueron cortadas, cuando se requiere el ensamble permanente con la costura
	¿se podrá mejorar cambiando el orden?	No	
Persona	¿Por qué lo hace esa persona?	Por el tiempo de experiencia en la tarea	¿Quién lo hace?
	¿Qué otra persona podría hacerlo?	Nadie	El #10 operario de la estación de costura
	¿Tiene la experiencia?	Si	
Medios	¿Por qué se hace de ese modo?	La operación la realizan de manera empírica	¿Cómo se hace?
	¿De qué otro modo podría hacerse?	Se puede mejorar al eliminar o minimizar los movimientos que no generan valor en la operación de cobertor completo.	El operario toma las piezas y las agrupa según el ensamble que va a realizar subdivido en chavo, cobertor delantero, cobertor posterior, carpa y 2 laterales respectivamente
	¿Está bien hacerlo así?	No	

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
Código Operario:	#10 op	Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	163	1277
Analista:	Pierina Soto	Pieza:	Cobertor delantero	Tiempo no efectivo (s)	1261,5	147,5
Fecha:	8/10/2018	Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	1424,5	1424,5
Descripción de la mano izquierda		Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha
Busca e inserta hilo	S	8	31	G	Sujeta hilo se acomoda para realizar la costura	
	H	23				
Ubica la pieza en la mesa de trabajo y acomoda	P	14	14	H	Ubica la pieza en la mesa de trabajo y suelta	
	M	9	9	RL		
Posiciona la pieza para realizar costura y sujeta	P	3	3	G	Posiciona la pieza y empieza a coser	
	PP	5	59	A		
	G	54		A		
Busca e inserta hilo	S	2	13	G	Sujeta hilo y se acomoda para realizar la costura	
	H	11				
Costura de pieza en tira blanca	P	13	13	P	Costura de pieza en tira blanca	
	G	49	49	A		
Suelta pieza en tira	RL	9	9	H	Suelta pieza y coloca a un lado	
Descansa ambas manos por fatiga	R	17,5	17,5	R	Descansa ambas manos por fatiga	
Busca piezas de cobertor delantero e inicia a coser	P	69	69	S	Busca piezas de cobertor delantero e inicia a coser	
	AD			AD		
Coloca base de cobertor delantero rojo	S	16	11	H	Coloca base de cobertor delantero	
	SE		5	G		
	P		522	A		
	H					
Ensambla cobertor delantero rojo pieza y mica	G	3	3	G	Ensambla cobertor delantero rojo pieza y mica	
	P	5	9	H		
	RL	4				

Figura 35. Diagrama bimanual para cobertor delantero

Diagrama de procesos bimanual					
Operación: Costura		Parte: Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
		Producto: Mototaxi			
Código Operario: #10 op	Pierina Soto	Pieza: Chavo	Tiempo no efectivo (s)	251,3	11
Analista:		Fecha: 8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	273,3	273,3
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha
Apoya mano sobre mesa	H	8	1	S	Busca la pieza
			2	SE	Selecciona
			5	G	Sujeta pieza chavo
Sujetar pieza	G	3	3	G	Sujeta tijera
Mantiene sujetando	H	13	13	U	Corte de filos
sujeta pieza y preposiciona para costura	RL	5	9	RL	Extiende y suelta chavo
	PP	4			
Costura del chavo	H	222,3	222,3	U	Costura del chavo
Descanso para la mano por fatiga	R	8	8	R	Descanso por fatiga
Dobla pieza terminada	A	10	10	A	Dobla pieza terminada
Total (s)		273,3	273,3	Total (s)	

Figura 36. Diagrama de procesos bimanual del Chavo

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
		Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	32	1853,6
Código Operario:	#10 op	Pieza:	Carpa	Tiempo no efectivo (s)	1860,6	39
Analista:	Pierina Soto	Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	1892,6	1892,6
Descripción de la mano izquierda		Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha
		S	15	15	S	
Ayuda a sujetar las piezas mientras realiza la búsqueda		AD	5	5	SE	Busca tiras para la carpa hasta acomodarlas
		AD	12	12	G	
		H	5	5	M	
Ubica la pieza filo de carpa en la mesa de trabajo y acomoda		P	13	13	H	Ubica la pieza filo de carpa en la mesa de trabajo y suelta
		M	6	6	RL	
Costura de Filo de carpa		P	6	41	A	Costura de filo de carpa
		H	35			
Costura de Filo de carpa a la base		P	17	1763,6	A	Costura de filo de carpa a la base
		H	1746,6			
Dobla pieza terminada		A	9	9	A	Dobla pieza terminada
Ubicar en la mesa de producto terminado		G	14	14	G	Ubicar en la mesa de producto terminado
		M			M	
		S	6	6	S	
		RL	3	3	RL	
Total (s)			1892,6	1892,6	Total (s)	

Figura 37. Diagrama de proceso bimanual de la carpa

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
		Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	92	495,8
Código Operario:	#10 op	Pieza:	Cobertor posterior	Tiempo no efectivo (s)	468,8	65
Analista:	Pierina Soto	Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	560,8	560,8
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha	
Ubica la pieza en la mesa de trabajo y acomoda	S	7	23	H	Apoyada sobre la mesa	
	P	13				
	M	3				
Posiciona la pieza para realizar costura y sujeta	P	7	7	H	Acomoda la pieza para costura	
	PP	3	3	PP		
	G	4	4	G		
Costura de mica corazón sobre base	P	3	39	A	Costura de mica corazón sobre base roja	
	H	36				
Suelta pieza	H	5	5	RL	Soltar la pieza ensamblada	
Descansa ambas manos por fatiga	R	7	7	R	Descansa ambas manos por fatiga	
Corte parte corazón	S	2	2	S	Busca tijera para realizar corte	
	G	26	26	U	Utiliza tijera para realizar corte	
Costura de cobertor delantero	S	6	6	S	Buscar la pieza	
	G	11	11	G	Sujeta de la pieza	
	H	362,8	362,8	A	Ensamble del cobertor	
Descanso ambas manos	R	8	8	R	Descanso por fatiga	
Dobla pieza terminada	A	10	10	A	Dobla pieza terminada	
Ubicar en la mesa de producto terminado	G	28	28	G	Ubicar en la mesa de	
	M			M		

Figura 38. Diagrama de procesos bimanual de cobertor posterior

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
		Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	70	1142,6
Código Operario:	#10 op	Pieza:	Lateral (2)	Tiempo no efectivo (s)	1124,6	52
Analista:	Pierina Soto	Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	1194,6	1194,6
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha	
Ayuda a sujetar las piezas mientras realiza la búsqueda	S	4	4	S	Busca tiras para la carpa hasta acomodarlas	
	AD	3	3	SE		
	AD	10	10	G		
	H	27	27	M		
Ubica la pieza en la mesa de trabajo y acomoda	P	8	8	H	Ubica la pieza en la mesa de trabajo y suelta	
	M	9	9	RL		
Costura de mica con lateral	S	6	6	S	Buscar la pieza	
	G	11	11	G	Sujeta de la pieza	
	H	272,8	272,8	A	Ensamble de lateral con mica	
Costura de mica con estrellado	H	762,8	762,8	A	Ensamble con estrellado	
Descanso ambas manos	R	12	12	R	Descanso por fatiga	
Dobla pieza terminada	A	17	17	A	Dobla pieza terminada	
Ubicar en la mesa de producto terminado	G	24	24	G	Ubicar en la mesa de producto terminado	
	M			M		
	S	19	19	S		
	RL	9	9	RL		
Total (s)		1194,6	1194,6		Total (s)	

Figura 39. Diagrama de procesos Bimanual para 2 Laterales

Finalmente, se resume el porcentaje de actividades que generan valor (AGV) y que no generan valor (ANGV) de las piezas del cobertor completo. Las actividades que agregan valor son aquellas donde el producto tiene una transformación. De la tabla 22 se obtiene que el 93% de actividades que realiza el operario son improductivas, mientras que la mano derecha es productiva con un 94%.

Tabla 21. Resumen del porcentaje de actividades que generan valor de las piezas del Cobertor completo

Pieza	Mano Izquierda		Mano Derecha	
	AGV	ANGV	AGV	ANGV
Cobertor Delantero	11,44%	88,56%	89,65%	10,35%
Cobertor Posterior	16,41%	83,59%	88,41%	11,59%
Chavo	8,05%	91,95%	95,98%	4,02%
Carpa	1,69%	98,31%	97,94%	2,06%
Laterales (2)	5,86%	94,14%	95,65%	4,35%

*AGV: Actividades que agregan valor, ANGV: Actividades que no agregan valor

Tabla 22. Resumen de los diagramas bimanuales con sus tiempos totales respectivos

Pieza	Mano Izquierda (s)		Mano Derecha (s)	
	AGV	ANGV	AGV	ANGV
Cobertor Delantero	163	1261,5	1277	147,5
Cobertor Posterior	92	468,8	495,8	65
Chavo	22	251,3	262,3	11
Carpa	32	1860,6	1853,6	39
Laterales (2)	70	1124,6	1142,6	52
TOTAL (s)		5 345,8		5 345,8
TOTAL (min)		89,10		89,10
Representación (%)	7%	93%	94%	6%

*AGV: actividades que agregan valor; ANGV: actividades que no agregan valor

Para profundizar el análisis en el puesto de trabajo, se realizó dos listas de chequeo que evalúan los micro movimientos que realiza el operario, menciona los therbligs empleados y utilizados en los diagramas bimanuales. Estas listas de chequeo se obtuvieron del libro de Niebels [15] (tabla 23 a la 25).

La tercera lista de chequeo presente en la tabla 26, se evalúa la estación de trabajo sentado para ello se observó las condiciones actuales de esta estación, identificándose cuales son las que afectan a la productividad, se tiene que no cumple 100% con ninguna de las condiciones. Para sustentar la última evaluación se adjunta la figura 40.

Tabla 23. Check list de verificación del análisis de therblig eficientes

Lista de verificación del análisis de therbligs	Respuesta		Resumen
	SI	NO	
Alcanzar y mover			
1. ¿Puede eliminarse cualquiera de estos therbligs?		X	Del total de 7 preguntas solo se puede contestar la segunda. Lo que se puede hacer es reducir el movimiento. Además, las siguientes preguntas son para otro tipo de trabajo.
2. ¿Pueden acortarse las distancias para lograr ventajas?	X		
3. ¿Se utilizan los mejores recursos (bandas transportadoras, tenazas, pinzas)?		X	
4. ¿Puede utilizarse una rampa por gravedad?		X	
5. ¿Pueden efectuarse los trasportes a través de la mecanización y los dispositivos operados con los pies?		X	
6. ¿Se reducirá el tiempo si se transporta en unidades más grandes?		X	
7. ¿Se incrementa el tiempo debido a la naturaleza del material que se está moviendo o debido a su posicionamiento delicado subsecuente?		X	
Sujetar o Tomar			
1. ¿Sería recomendable que el operario tomara más de una parte u objeto a la vez?	X		De las 7 preguntas 3 ofrecen una mejora para el puesto de trabajo. Como la pregunta 1 para evitar que tome pieza por pieza. La pregunta 4 sobre las herramientas, podría colocarse cerca de donde se realiza la operación final. La pregunta 6 si el operario anterior puede apoyar en colocar las piezas de una manera más sencilla pues sí.
2. ¿Puede utilizarse una toma de contacto en lugar de una toma de levantamiento?		X	
3. En otras palabras, ¿pueden desplazarse los objetos en lugar de cargarse?		X	
4. ¿Podrían las herramientas o partes preposicionarse para una toma fácil?	X		
5. ¿Se ha diseñado la guía para que los operarios puedan tomar fácilmente la parte cuando se quite?		X	
6. ¿Podría preposicionar el operario anterior la herramienta o el trabajo, simplificando la toma para el siguiente operario?	X		
7. ¿Puede ser cubierta la superficie de la mesa de trabajo con una capa de material esponjoso de tal manera que los dedos puedan abarcar más fácilmente las partes pequeñas?		X	

Fuente: Niebels, 2014

Tabla 24. Check list de verificación del análisis de therbligs ineficientes

Lista de verificación del análisis de therbligs	Respuesta		Resumen
	SI	NO	
Búsqueda			
1. ¿Están los artículos identificados apropiadamente?		X	De total de las preguntas con respecto al therbligs búsqueda se obtiene que el 60% se relaciona con el puesto de trabajo de costura y menciona las opciones de cómo mejorar dicha estación. Como la colocación de etiquetas, reposicionar las herramientas y una correcta distribución de la estación de trabajo.
2. ¿Podrían quizás utilizarse etiquetas o colores?	X		
3. ¿Una mejor distribución de la estación de trabajo eliminará la búsqueda?	X		
4. ¿Se utiliza la iluminación adecuada?		X	
5. ¿Pueden reposicionarse las herramientas y partes?	X		
Selección			
1. ¿Son intercambiables las partes comunes?	X		Con respecto a selección un 100% la respuesta es SI, pero menciona opciones de mejora; como la estandarización de herramientas, el evitar que las partes y almacén se ubiquen en el mismo estante.
2. ¿Pueden estandarizarse las herramientas?	X		
3. ¿Están almacenadas las partes y materiales en el mismo estante?	X		
4. ¿Pueden reposicionarse las partes en un estante o charola?	X		
Posición			
1. ¿Pueden utilizarse dispositivos como una guía, un conducto, un cojinete, un tope, un sujetador, un remache localizador, un hueco, una llave, un piloto o cualquier otra herramienta?	X		Para la posición solo se consideró una pregunta y si se puede utilizar una herramienta ejemplo: prensa tela.
Descanso para contrarrestar la fatiga			
1. ¿Son satisfactorias la temperatura, humedad, ventilación, ruido, luz y otras condiciones de trabajo?		X	Para contrarrestar fatiga se debe recordar cómo se encuentra la estación de trabajo actual, solo se marca 1 sí de 5 preguntas. Además, en este cuestionario menciona si la silla, mesa, ambiente y si el operario conoce sobre alimentación saludable. Donde la respuesta a esas preguntas es un No ya que la empresa no contó con asesoría previa al diseño del puesto.
3. ¿Tienen las mesas la altura adecuada?		X	
4. ¿Puede el operario sentarse y pararse alternadamente mientras desarrolla el trabajo?	X		
5. ¿Tiene el operario una silla cómoda con la altura adecuada?		X	
7. ¿Está consciente el operario de sus necesidades de ingesta promedio de calorías diarias?		X	

Fuente: Niebels, 2014

Tabla 25. Check list de verificación del análisis de therblig eficientes

Lista de verificación del análisis de therbligs	Respuesta		Resumen
	SI	NO	
Liberar			
1. Al final del therblig de liberación, ¿están las manos en la posición más ventajosa para el siguiente therblig?		X	En la pregunta 1 menciona si en la estación la pieza se suelta de tal manera que facilite la operación siguiente. Mientras que en la pregunta 2 menciona si se pueden liberar multi piezas, en realidad no por las dimensiones y por qué se agrupan en una sola; si estas fueran por lote se confundirían.
2. ¿Pueden liberarse múltiples unidades?		X	
Preposición			
1. ¿Puede un dispositivo de sujeción en la estación de trabajo mantener las herramientas en las posiciones adecuadas y las asas en la posición vertical correcta?	X		El 60% de las respuestas fue un SI, en el cuestionario sugiere un dispositivo de sujeción; en este caso prensa tela.
2. ¿Pueden colgarse las herramientas?	X		
3. ¿Puede utilizarse una guía?	X		
4. ¿Puede utilizarse una alimentación por carrusel?		X	
5. ¿Puede utilizarse un accesorio giratorio?		X	
Usar			
1. ¿Puede utilizarse una guía o accesorio?	X		En el resultado del therblig usar, el autor sugiere varias soluciones con el fin de reducir el tiempo del therblig a través de una guía, realiza varios ensambles en paralelos.
2. ¿La actividad justifica el uso de equipo mecanizado o automático?	X		
3. ¿Sería práctico hacer el ensamble en múltiples unidades?	X		
4. ¿Puede utilizarse una herramienta más eficiente?	X		
5. ¿Se pueden utilizar topes?		X	
6. ¿Opera la herramienta a las velocidades y alimentaciones más eficientes?		X	

Fuente: Niebels, 2014

Tabla 26. Check list de evaluación de la estación de trabajo - sentado

Preguntas	Estación de trabajo- sentado		Respuesta	
	SI	NO		
1. ¿Se ajusta fácilmente la silla de acuerdo con las características siguientes?				X
a. ¿Es ajustable la altura de la silla de 38,1cm a 55,88cm?				X
b. ¿Tiene la silla un ancho mínimo de 45,72cm?				X
c. ¿Es la profundidad de la silla de 38,1 cm x 43,64cm?				X
d. ¿Se puede reclinar la silla +- 10° respecto a la horizontal?				X
e. ¿Se proporciona un respaldo con soporte lumbar?				X
f. ¿Es el tamaño mínimo del respaldo 20,32 x 30,48 cm?				X
g. ¿Tiene la silla cinco patas de soporte?				X
h. ¿Tienen ruedas y cabezas giratorias para realizar las tareas móviles?				X
i. ¿Puede respirar la cubierta de la silla?				X
2. ¿Se ha ajustado adecuadamente la silla?				X
a. ¿Hay suficiente espacio para las piernas (¿es decir, hacia la parte de atrás de la estación de trabajo)?				X
3. ¿Es ajustable la cubierta de la estación de trabajo?				X
a. ¿Está la superficie de la estación de trabajo aproximadamente a la altura del descanso del codo?				X
b. ¿Hay suficiente espacio para los muslos (es decir, con respecto al fondo de la superficie de trabajo)?				X

Fuente: Niebels, 2014

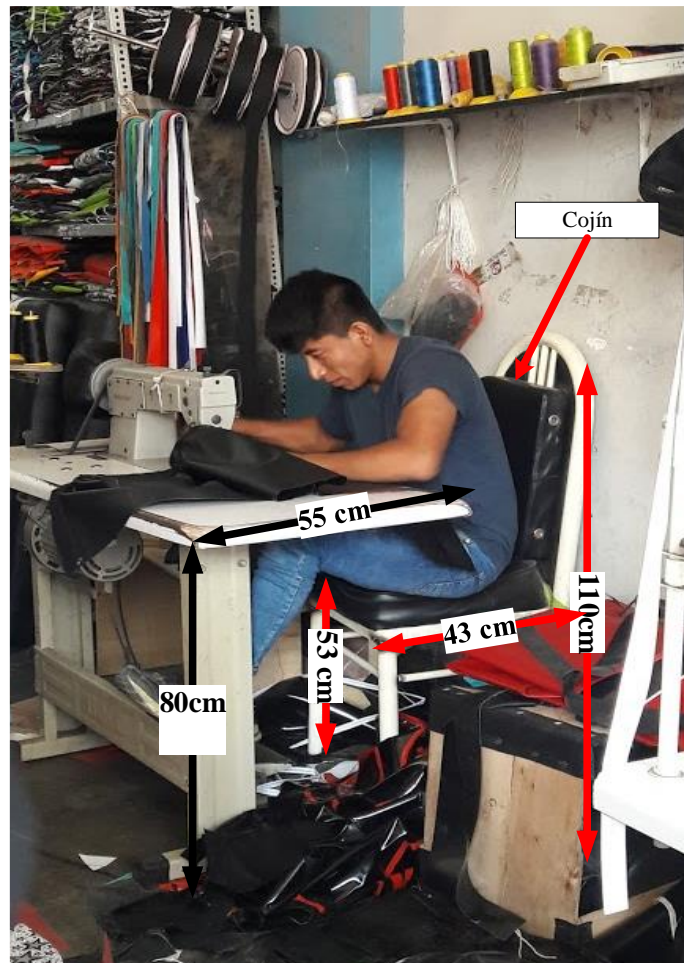


Figura 40. Estación de costura

Fuente: Planet Motor's S. A. C

b. Causa 2: Falta de estandarización del proceso productivo

La empresa no cuenta con un proceso estandarizado hace referencia a que no se ha realizado un estudio de tiempos previo para determinar el tiempo que realmente se debe emplear en cada operación, es por eso que existe una variabilidad al producir cada unidad.

Esto se evidencia en el anexo 1 de la tabla 108 a la 112 es donde se aprecia la variabilidad del tiempo requerido para producir cada unidad. En la primera muestra preliminar (techo y carreta) de la tabla 108 se emplea 248,47 minutos mientras que en la muestra 4 se emplea 263,51 minutos tienen una diferencia de 15 min. Previa a la investigación la empresa no contaba con ningún conocimiento de sus indicadores de producción y productividad.

Este problema es causado por que al iniciar la empresa nunca se realizó un estudio de tiempos. Además, los operarios trabajan de manera empírica, solo algunos son los que cuentan con capacitación en la labor que realizan, los demás solo cuentan con secundaria completa.

Otra de las razones que afecta al tiempo que requieren para producir una unidad son los procesos tercerizados por la empresa, esto se aprecia en el DAP especificado en la figura 32 (página 68). Los procesos que son tercerizados: la pintura para el techo con base y ensamble 1. El gerente explica que por cuestión de espacio es que realizan esto fuera de sus instalaciones. La empresa tercerizadora que se encarga de la pintura y ensamble; se encuentra a una distancia de 350 m al local principal; esto se encuentra especificado en el diagrama de análisis del proceso.

c. Causa 3: Tiempos de espera, transporte elevados dentro del proceso.

Distribución inadecuada de los materiales y herramientas, dentro de la empresa se observa que estos interrumpen el paso de los operadores. Debido a que este material se encuentra ubicado de esta manera es que no permite un flujo continuo del proceso; que a su vez ha causado accidentes y aumenta el tiempo de ciclo del producto. Estos transportes y demoras se pueden apreciar en el indicador de actividades productivas 73,54 % e improductiva 26,46 % calculadas después del DAP.

En la planta de producción se evidencia de operaciones en el traslado del material en el proceso, esto sucede en el interior de las áreas (como, por ejemplo: en el interior del área de fabricación de carrocerías, del área de lavado y pintado de carrocerías) así como el traslado del material o producto semi- terminado entre las áreas de ensamblaje, tapicería y verificación de producto terminado.

Además, se encuentra dividida en dos locales y la distancia entre ambos es de 19 metros, su tiempo de operación tampoco es representativo ya que requiere para pintura 51,58 minutos y ensamble 1 es de 23,30 minutos a comparación del cuello de botella que es de 89,10 minutos.

Cabe resaltar que pintura tercerizada y ensamble 1 son operaciones tercerizadas que se toman como demora por que se realizan fuera de la empresa.

Todo lo antes mencionado se evidencia en la figura 33 y figura 34 donde se aprecia el diagrama de recorrido en ambos locales. En la siguiente figura se muestra una imagen del proceso de producción: figura 41 con respecto al último ensamblaje.



Figura 41. Proceso de producción (ensamble II)

Fuente: Planet Motor's S. A. C

La causa principal radica en que no se estableció una secuencia de desarrollo de actividades. Cuando la empresa inició fue un taller mecánico pequeño con solo 4 máquinas a medida que fue creciendo se colocaba la maquina lo más cercana al operario sin analizar las distancias que debe tener entre ellas.

d. Causa 4: Falta de capacitación

Se detectó que los operarios del área de producción cuentan con educación secundaria únicamente y nunca han llevado una capacitación de temas respecto a su trabajo en la empresa, tal como se muestra en la siguiente tabla 27 y la tabla 11.

Tabla 27. Nivel de educación y capacitación

Operarios	Educación	Capacitación recibida
13 personas	Secundaria	No

e. Causa 5: Ambiente desordenado

Durante el diagnóstico se detectó el desorden a lo largo del proceso productivo, en los pasadizos se encontraba producto en proceso, residuos o herramientas que no permite un flujo continuo de la producción. Esto se evidencia en las siguientes tres figuras, la primera el área de tapicería se encuentran los desperdicios en el suelo y estructuras metálicas. En la segunda figura 43 se encuentran las estructuras metálicas en todo el camino. La siguiente figura 42 y 44 muestra la situación actual del doblado mecánico.



Figura 42. Fotografía situación actual de la empresa tapicería
Fuente: Planet Motor's S. A. C.



Figura 43. Situación actual de la empresa pasadizo
Fuente: Planet Motor's S. A. C.



Figura 44. Fotografía de la situación actual en doblado mecánico
Fuente: Planet Motor's S. A. C.



Figura 45. Fotografía de la situación actual en doblado mecánico
Fuente: Planet Motor's S. A. C.

A continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa (figura 46) mostrando las 5 causas que conllevan al bajo nivel de servicio en la organización en estudio.

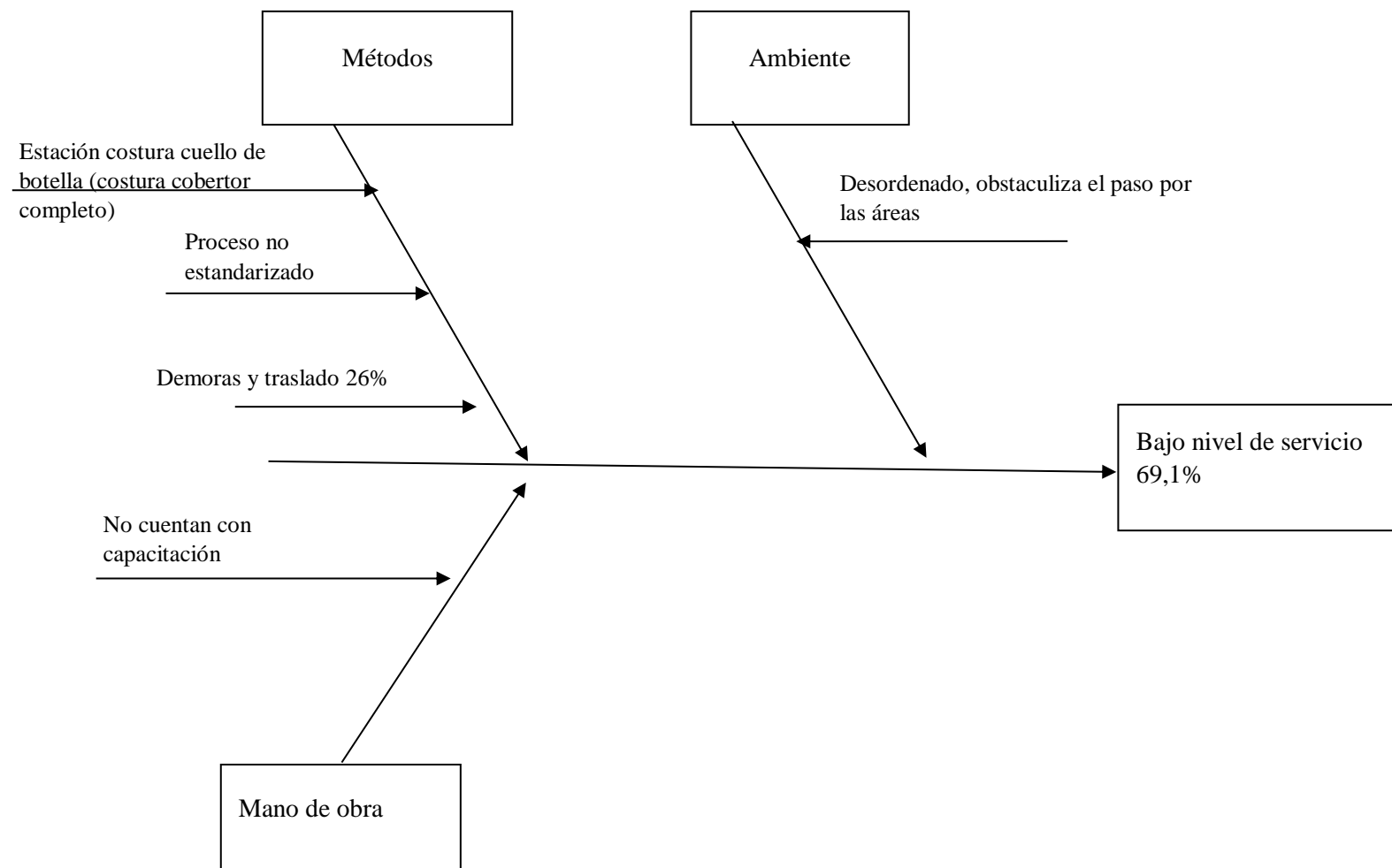


Figura 46. Diagrama de Ishikawa

3.1.11. Indicadores actuales de producción y productividad

Se procedió a calcular los indicadores de la situación actual de la empresa.

a. Ciclo

En base a los diagramas de operaciones presentados anteriormente, el ciclo se da en la etapa de tapicería con un tiempo de 89,10 minutos para un lote de 1 unidad.

$$Ciclo = 89,10 \text{ min/unidad}$$

$$Ciclo = 1,49 \text{ h/unidad}$$

b. Producción

La fórmula para calcular la producción de motos es:

$$Producción \text{ de mototaxis} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}}$$

En total se tiene un tiempo base mensual de 234 horas, considerando 9 horas diarias con un total de 26 días al mes.

$$Producción \text{ de mototaxis} = \frac{234 \frac{h}{mes}}{1,49h/unidad}$$

$$Producción \text{ teórica de mototaxis} = 158 \frac{unidades}{mes}$$

$$Producción \text{ teórica de mototaxis} = 1\,745 \frac{unidades}{anual}$$

c. Capacidad real

Durante el período en evaluación se tuvo una producción real anual de 582 unidades.

Tabla 28. Producción durante el período 2018

Mes	Producción (und)
Enero	34
Febrero	36
Marzo	42
Abril	50
Mayo	51
Junio	63
Julio	41
Agosto	46
Septiembre	40
Octubre	52
Noviembre	62
Diciembre	65
Total	582

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

d. Eficiencia de planta

La eficiencia viene dada por la siguiente fórmula.

$$Eficiencia = \frac{Capacidad\ Real}{Capacidad\ efectiva\ (Producción\ teórica)}$$

$$Eficiencia = \frac{582 \frac{und}{año}}{1745 \frac{und}{año}}$$

$$Eficiencia = 0,3334 = 33,34\%$$

e. Productividad de mano de obra

Se calculó la productividad de mano de obra considerando los 13 operarios involucrados en el área de producción.

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{582 \frac{unid}{año}}{13\ operarios} = 44,77$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{44,77\ unid}{operario * año}$$

La productividad de mano de promedio durante el período evaluado fue de 44 unidades al año por operario.

f. Eficiencia económica

Se calculó la eficiencia económica para la trimoto completa a través de la división de los ingresos y egresos; se tiene que el costo de producción por unidad S/. 2 769 y el precio de venta S/. 4 300. Por cada sol invertido se tiene como ganancia 0,55 centavos de sol.

$$Eficiencia\ económica = \frac{ingresos}{egresos}$$

$$Eficiencia\ económica = \frac{(s/.4300)}{(s/.2\ 769)} = 1,55$$

g. Nivel de servicio

El nivel de servicio es definido como el porcentaje de ocasiones en la que la demanda es satisfecha en el momento en el que se produce. Como la organización cuenta con un local de ventas este emite una orden de pedido para que luego sea llevada a planta y así se convierta en una orden de trabajo para producir las unidades destinadas a la venta. Durante el período analizado se obtuvieron un total de órdenes de pedido de 843 unidades.

En la siguiente tabla 29, se muestra las unidades producidas durante el periodo de estudio, así como los pedidos generados y la relación de estos en porcentaje da como resultado el nivel de servicio. Para todo el periodo analizado el porcentaje total es de un 69,1%. El comportamiento del nivel de servicio se visualiza mejor en la figura 47.

Tabla 29. Nivel de servicio del periodo 2018 para trimoto planet

Meses	Pedidos generados	Pedidos Atendidos	Nivel de servicio
Enero	48	34	71,5%
Febrero	51	36	71,1%
Marzo	63	42	67,1%
Abril	72	50	69,3%
Mayo	72	51	71,3%
Junio	90	63	69,9%
Julio	59	41	69,5%
Agosto	64	46	71,9%
Septiembre	72	40	55,6%
Octubre	74	52	70,3%
Noviembre	87	62	71,3%
Diciembre	92	65	70,7%
TOTAL	843	582	69,1%

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

Se resume el nivel de servicio a lo largo del período 2018.

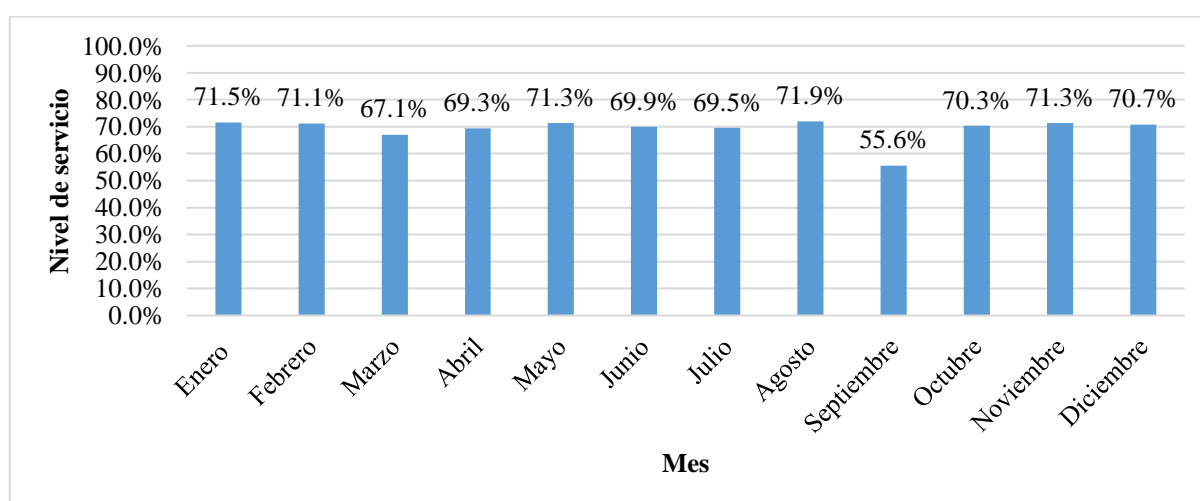


Figura 47. Nivel de servicio año 2018

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

h. Utilidades no percibidas

Para establecer las utilidades no percibidas se toma en cuenta el precio de venta de cada unidad S/. 4 300. Con ello se pudo realizar el cálculo de las utilidades no percibidas se necesita conocer la utilidad que por unidad producida y vendida para una trimoto completa, el monto es de S/. 1 720. Para su cálculo se recurre a estimar la cantidad de unidades que se dejaron de

vender por no poder producirse. En el periodo de estudio se dejó de atender 261 unidades y se dejó de percibir S/.448 149,10, se aprecia en la tabla 30.

Tabla 30. Utilidades no percibidas año 2018

Meses	Pedidos no atendidos (unid)	Utilidad por unidad (S/.)	Utilidades no percibidas (S/.)
Enero	14	S/. 1 720	S/. 23 275,04
Febrero	15	S/. 1 720	S/. 25 201,44
Marzo	21	S/. 1 720	S/. 35 390,38
Abril	22	S/. 1 720	S/. 38 184
Mayo	21	S/. 1 720	S/. 35 263,44
Junio	27	S/. 1 720	S/. 46 594,80
Julio	18	S/. 1 720	S/. 30 960
Agosto	18	S/. 1 720	S/. 30 960
Septiembre	32	S/. 1 720	S/. 55 040
Octubre	22	S/. 1 720	S/. 37 840
Noviembre	25	S/. 1 720	S/. 43 000
Diciembre	27	S/. 1 720	S/. 46 440
TOTAL	261		S/. 448 149,10

Fuente: Planet Motor's S. A. C.

i. Personal no capacitado

En base a la tabla 8, se evidencia que el porcentaje de personal no capacitado es el 100%.

j. Resumen de indicadores

En la siguiente tabla se presenta el resumen de indicadores.

Tabla 31. Cuadro resumen de indicadores

Nombre de indicador	Dato
Producto	Mototaxi
Actividades productivas	73,54%
Actividades improductivas	26,46%
Lote (unidad)	1
Ciclo (min) (Tapicería)	89,10
Ciclo (h) (Tapicería)	1,49
Tiempo base diario (h)	9
Tiempo base mensual (min)	234
Tiempo base anual (h)	2592
Producción teórica diaria (und/día)	6,06
Producción teórica mensual (und/ mes)	158
Producción teórica anual (und / año) (Capacidad Efectiva)	1745
Producción real anual (und/ año) (Capacidad Real)	582
Capacidad ociosa (und)	1163
Eficiencia	33,34 %
Demanda promedio anual (und)	843
Nivel de servicio actual	69,1 %
Pedidos no atendidos anual	261
Trabajadores	13
Productividad de mano de obra mensual (und /trab. anual)	44,77
Precio de venta de mototaxi	S/. 4 300
Costo de producción de mototaxi	S/. 2 769
Eficiencia económica	1,55
Pérdidas económicas anuales	S/. 448 149,10
Personal capacitado	0%

3.1.10 Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

3.1.10.1 Instrumento de orientación de enfoque de investigación

Área	Problemas	Causas	Metodologías	Técnicas	Logros	Indicador
Producción	Bajo nivel de servicio	Proceso no estandarizado	Estudio de métodos de trabajo	Procedimientos operativos estandarizados	Estandarizar procesos	Nivel de servicio: 69,1 %
		Tiempos improductivos		Estandarización de tiempos	Reducir tiempos improductivos	Tiempos improductivos: 26,46 %
		Inadecuado ambiente de trabajo		Diseño de puestos de trabajo de cuello de botella	Adecuados puestos de trabajo	Tiempos productivos: 73,54%
				Distribución de planta (SLP)	Correcta distribución de planta	Producción mensual: 158 unidades
				Distribución de área de trabajo (Guerchet)		
		Falta de capacitación	Gestión de Talento Humano	Programa de capacitación según necesidades	Personal capacitado	Personal capacitado: 0%

Figura 48. Matriz de consistencia

3.1.10.2 Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción

En la tabla 32 se aprecia los problemas identificados que afectan al nivel de servicio, se obtuvo a través del diagnóstico del proceso productivo. Según el problema identificado se establecerá la propuesta de mejora para poder incrementar la productividad.

Tabla 32. Problemas y propuesta de mejora

Problema	Causa	Propuesta de mejora
Falta de estandarización del proceso productivo	Demoras y traslados innecesarios Falta de conocimiento Personal no capacitado	Estandarización del proceso Establecer procedimiento Capacitación en temas requeridos
Estación de costura de cobertor completo es el cuello de botella del proceso	Proceso inadecuado Actividades que no generan valor	Balance de línea Diseño de la estación de trabajo Minimizar tiempos
Tiempos de espera, transporte y cruces de material dentro del proceso	Inadecuada distribución de planta	Redistribución de planta

3.2.Determinación de métodos y herramientas de mejora

Es necesario determinar la prioridad y el orden de las propuestas de mejora, para lo cual se hará uso de priorización. Para esto se procede a ponderar las distintas opciones vistas y a tener en cuenta la aplicación de criterios. Los factores de calificación a considerar para el desarrollo del objetivo son:

Inexistencia de tiempo estándar; Personal no capacitado; Distribución inadecuada; Método de trabajo no estandarizado; Inadecuado puesto de trabajo.

Con estos factores seleccionados lo que se hará es obtener una calificación ponderada por cada uno a través de la utilización de la matriz de enfrentamiento. El valor es 0 cuando no existe ninguna relación y el valor es 1 cuando existe alguna relación.

Tabla 33. Matriz de valorización de factores

FACTORES DE PRIORIZACIÓN	Inexistencia de tiempo estándar	Personal no capacitado	Distribución inadecuada	Método de trabajo no estandarizado	Inadecuado puesto de trabajo	CONTEO	PORCENTAJE
Inexistencia de tiempo estándar		1	0	1	1	3	25%
Personal no capacitado	0		0	1	1	2	17%
Distribución inadecuada	0	0		0	1	1	8%
Método de trabajo no estandarizado	1	1	1		1	4	33%
Inadecuado puesto de trabajo	0	0	1	1		2	17%
TOTAL						12	100%

En la tabla anterior se observa que la calificación más alta según la ponderación le corresponde al método de trabajo no estandarizado con un 33%, seguido de la inexistencia de tiempo estándar del 25%. A continuación, el inadecuado puesto de trabajo, el personal no capacitado y la distribución inadecuada con un 8%, 17% y 17% respectivamente. Los porcentajes se hallaron mediante la división con el total de sumatoria de factores.

A continuación, en la siguiente tabla 34 se muestra la escala de calificación para cada propuesta con los factores seleccionados. Finalmente, se hizo una sumatoria total.

Tabla 34. Asignación de calificación

Asignación de la calificación	
Valoración	Escala
Excelente	10
Muy Bueno	8
Bueno	6
Regular	4
Deficiente	2

En la tabla 35 se observa la calificación de acuerdo a la asignación para los métodos para la solución de los problemas. Esta tabla nos da la importancia de los factores con los métodos para solucionar los problemas, luego se procede a realizar la suma según cada propuesta. Los resultados para diseño de puesto de trabajo con 26 puntos, el procedimiento operativo estandarizado de la operación de costura con 23 puntos, distribución de planta con 22 y por ultimo las capacitaciones.

Tabla 35. Calificación de acuerdo asignación definida para los métodos

FACTORES DE PRIORIZACIÓN	Porcentaje	Procedimiento operativo estandarizado	Estandarización de tiempos	Diseño de puestos de trabajo de cuello de botella	Distribución de planta	Capacitación según necesidades
Inexistencia de tiempo estándar	25%	4	9	8	0	5
Personal no capacitado	17%	10	6	4	0	9
Distribución inadecuada	8%	0	0	0	10	0
Método de trabajo no estandarizado	33%	6	6	4	6	5
Inadecuado puesto de trabajo	17%	3	0	10	6	1
TOTAL	100%	23	21	26	22	20

A continuación, se procede a desarrollar cada una de las propuestas mencionadas.

3.3. Desarrollo de propuestas de mejora

3.3.1. Diseño de puestos de trabajo

Para diseñar del puesto antes mencionado se siguió el modelo clásico. Solo se considera la estación cuello de botella, costura del cobertor completo. Para poder definir el modelo a proponer se consultó el libro Administración de Recursos humanos, el capital humano de las organizaciones del autor Idalberto Chiavenato [19]. Para ello se considera los siguientes aspectos:

- Segmentar y fragmentar las estaciones de trabajo en tareas sencillas, repetitivas y de fácil capacitación.
- Eliminar actividades y movimientos improductivos que causen cansancio y que no estén relacionados con las tareas a realizar, por medio del estudio de tiempos y movimientos.
- Definir el método de trabajo para encontrar la mejor manera con la que los ocupantes se muevan, ubiquen y se conduzcan físicamente con la tarea.
- Seleccionar científicamente el trabajador de acuerdo a las exigencias de la tarea.
- Eliminar todo lo que pueda ocasionar cansancio físico, acomodar instrumentos y equipos de manera que minimice esfuerzos.
- Establecer el tiempo promedio requerido para realizar dicha operación.
- Ofrecer planes de incentivos salariales
- Mejorar el ambiente físico de la fábrica.

3.3.1.1. Perfil del puesto del trabajador

En la siguiente tabla 36 se detalla los requisitos para poder laborar en la estación de trabajo de costura, de acuerdo a lo que necesita la empresa.

Tabla 36. Perfil del operario de costura

Puesto de trabajo: Costura

Propósito de cargo

La función principal de este puesto es confeccionar el tapiz completo con las piezas que son entregadas por corte, a través del uso de máquinas de coser. Además de la conservación de los materiales, herramientas y equipos.

Competencias generales

Trabajar y relacionarse efectivamente con otras personas.
Cuidar los aspectos relativos a la salud en el trabajo.
Participar en los procesos de mejora continua y el servicio orientado al cliente.
Participar y actuar en un marco de apertura al diálogo.

Funciones del cargo

Realizar los trabajos de costura en forma que se le indique.
Proceder a la confección de moldes y armados de las piezas.
Armar las piezas del tapiz.
Colocar los cierres, pega-pega y demás piezas necesarias para el tapiz completo u otra pieza que se requiera producir.
Realizar el registro de las piezas elaboradas por su estación.
Hacer uso adecuado de los materiales.
Apoyar en la programación de las tareas diarias, procurando mantener un adecuado nivel de calidad.
realizar tareas relacionadas.

Relaciones de trabajo

Es supervisado por la jefatura de tapicería y al gerente general.
No tiene personal a su cargo.


Requisitos para el desempeño del cargo

Formación: Estudio técnico en Confección industrial. Así mismo se valorará la experiencia documentada en talleres de costura.
Conocimientos específicos: Conocimiento de las normas de seguridad, medidas de prevención y protección de salud en el puesto de trabajo.

3.3.1.2. Definición del método de trabajo

Para definir el método de trabajo es necesario realizar un procedimiento, este se detalla en la tabla 37 y culmina en la tabla 39. Para elaborar el procedimiento de operación como el de supervisión se tiene como referencia dos manuales para trabajos en textiles

Tabla 37. Procedimiento de operación de costura

	Procedimiento de operación de costura	Fecha: 24-10-18
		Código y versión:

I. Objetivo

Establecer un método estándar para los operarios de la estación de costura, con el fin de desarrollar sus habilidades motoras en la confección del tapiz.

II. Alcance

Este procedimiento cubre en su aplicación a todo el personal de la empresa. Es responsabilidad del jefe de tapicería.

III. Definiciones

a. Costurero: persona que realiza la operación de costura con la ayuda de una máquina de coser o puede ser manual.

b. Máquina de coser: se le llama aquella máquina que a través de puntadas ensambla dos piezas para la formación de un solo tapiz por medio de hilos.

c. Jefe de tapicería: persona encargada de planificar y supervisar las actividades que se realizaran en el área de tapicería.

d. Autorización:

IV. Responsabilidades

Área de tapicería:

Esta área tiene como responsabilidad:

- Solicitar al jefe de producción la orden de producción del día.
- Se encarga de verificar la producción final del día.
- Llevar un registro por trabajador para consignar su producción diaria, elaborando un reporte mensual por cada

V. Desarrollo

5.1 Pausas activas:

a. Actividad previa al inicio 1:

- Con el fin de evitar molestias en el cuerpo de los operarios durante la jornada, se presentan las siguientes actividades.
- Mire al techo, luego mire al piso tocando el pecho con la barbilla.
- Seguido toque el hombro con la oreja derecha y observe sobre su hombro. Repetir lo misma actividad con el lado opuesto.
- Cada actividad repetirla por 5 veces.

Fuente: Manual Brother, La costura y procedimientos relacionados: Ergonomía [27] [28]

Tabla 38. Continuación del procedimiento de costura

b. Actividad previa al inicio 2:

- Con el fin de evitar molestias en el cuerpo de los operarios durante la jornada, se presentan las siguientes actividades.
- Mire al techo, luego mire al piso tocando el pecho con la barbilla.
- Seguido toque el hombro con la oreja derecha y observe sobre su hombro. Repetir lo misma actividad con el lado opuesto.
- Cada actividad repetirla por 5 veces.

5.2 Consideraciones para el operario respecto a la postura:

a. Posición sentada

- Debe mantener la espalda erguida, apoyando la columna firmemente contra el respaldo de la silla.
- Su peso debe estar repartido entre ambos glúteos.
- Sus pies deben estar apoyados en el suelo, pisar completo.
- Debe procurar moverse ocasionalmente y no permanecer mucho tiempo en la misma posición.

b. Operario sentado en la máquina

- La silla debe estar cerca a la mesa de trabajo.
- La silla debe ser acolchonada con bordes redondeados.
- La altura de la mesa y silla debe ser acorde a la estatura del operario. Los brazos deben estar a la altura de la mesa.

5.3 Utilización de la máquina

5.3.1 Máquina recta

- Verificación del aceite: El cabezal se puede inclinar hacia atrás y sostenerse en el soporte del cabezal, para verificar el nivel de aceite.
- Volante: con el movimiento rotativo que les da movimiento a las piezas del cabezal permitiendo que avance o retroceda la aguja.
- Polea del volante: a través de la banda y la polea del motor, recibe la fuerza y produce las puntadas por minuto de la máquina.
- Transportador o impelente: se le llama a la pieza con dientes que mueve el tejido.

5.3.2 Encendido y apagado de la máquina

- Encendido: el operario debe oprimir el botón “ON” de la caja interruptora. Luego esperar 10 segundos sin accionar el pedal para evitar sobre cargas de corriente al motor.
- Apagado: Quite el pie del pedal y apague el motor accionando el botón con la indicación “OFF”.

5.3.3 Colocación de la aguja

- Se hace para que se forme una película aislante entre las superficies de contacto, de tal manera que evita la fricción.
- Para lubricar la máquina se llena el contenedor del aceite hasta “MAX”.
- Cuando el nivel del aceite llegue a “MIN” debe ser recargada.

5.3.4 Lubricación

- Se hace para que se forme una película aislante entre las superficies de contacto, de tal manera que evita la fricción.
- Para lubricar la máquina se llena el contenedor del aceite hasta “MAX”.
- Cuando el nivel del aceite llegue a “MIN” debe ser recargada.

Fuente: Manual Brother, La costura y procedimientos relacionados: Ergonomía [27] [28]

Tabla 39. Continuación del procedimiento de costura

5.3.5 Solución de problemas		
Problemas	Posibles causas	Posibles soluciones
Aguja Rota	1. Aguja mal colocada	1. Coloque correctamente la aguja
	2. Aguja o grosor de esta errados.	2. Utilice la aguja adecuada para el tipo de tela o hilo.
	3. Aguja chueca.	3. Cambie la aguja
	4. Ajuste incorrecto del gancho.	4. Reajuste el gancho.
Rotura de hilo	1. Mala calidad del hilo	1. Cambie el hilo
	2. Hilo mayor grosor al ojo de la aguja	2. Utilice la aguja de acuerdo al tipo de tela e hilo.
	3. Aguja mal colocada	3. Reajuste la tensión del hilo.
	4. Demasiada tensión en el hilo	4. Coloque nuevamente la aguja
Puntadas Saltadas	1. Ajuste incorrecto de aguja y gancho.	1. Reajuste los ganchos y agujas.
	2. Tensión incorrecta de hilos.	2. Reajuste las tuercas de tensión.
	3. La punta del gancho está dañada.	3. Cambie el gancho.
	4. Aguja chueca	4. Cambie la aguja
Costura Plisada	1. La tensión del hilo es excesiva.	1. Reajuste los ganchos y agujas.
	2. La presión del prénsatela es inadecuada.	2. Reajuste la presión del prénsatela.
	3. La altura de los dientes/impelentes es inadecuada.	2. Reajuste la alimentación.
	4. La alimentación diferencial no corresponde.	4. Ajuste la alimentación diferencial.


Fuente: Manual Brother, La costura y procedimientos relacionados: Ergonomía [27] [28]

3.3.1.3. Supervisión

Para poder llevar un control en la estación de trabajo y velar por el cumplimiento de las operaciones a seguir, se propone un instructivo para la supervisión de la estación. Esto se llevará a cabo por un supervisor encargado de tapicería. Como en la empresa existe un encargado de supervisar la tapicería, él será el encargado de revisar el cumplimiento de las actividades propuestas para el encargado de costura; con el fin de que no se retrase en las operaciones. Además de velar por el cumplimiento de las pausas activas para evitar las fatigas. Esto se observa en la tabla 40.

Se debe proceder a realizar capacitación con respecto a los procedimientos y temas que requiera la empresa, para ello se consideró el instructivo de capacitación del anexo 3, con su respectiva cotización. Como la presente investigación solo abarca el trabajo en la operación cuello de botella está orientado a ese rubro; además se llevará cabo por el encargado de la investigación.

Tabla 40. Procedimiento de supervisión de costura

	Procedimiento de Supervisión de la operación de costura	Fecha:
		Código y versión:

I. Objetivo

Establecer un método estándar para la supervisión de la estación de costura, con el fin de desarrollar sus habilidades motoras en la confección del tapiz

II. Alcance

Este procedimiento cubre en su aplicación a todo el personal de la empresa. Es responsabilidad del jefe de tapicería.

III. Definiciones

a. Costurero: persona que realiza la operación de costura con la ayuda de una máquina de coser

o puede ser manual.

b. Máquina de coser: se le llama aquella máquina que a través de puntadas ensambla dos piezas

para la formación de un solo tapiz por medio de hilos.

c. Jefe de tapicería: persona encargada de planificar y supervisar las actividades que se realizaran

en el área de tapicería.

d. Autorización: Documento escrito donde indica la cantidad de unidades a producir, modelo y el costurero encargado.

IV. Responsabilidades

Área de tapicería: Esta área tiene como responsabilidad:

- Solicitar al jefe de producción la orden de producción del día.
- Se encarga de verificar la producción final del día.
- Llevar un registro por trabajador para consignar su producción diaria, elaborando un reporte mensual por cada

V. Desarrollo

Al iniciar la jornada de trabajo el jefe de tapicería debe pedir la orden de producción al jefe

de planta.

Se encargará de realizar observaciones cada 2 horas el cumplimiento de la orden de trabajo y

de hacer el cumplimiento de las pausas activas. Así mismo de velar por el orden de las estaciones de trabajo a su cargo.

Al terminar la jornada deberá verificar y revisar los productos terminados.

3.3.1.4. Incentivo salarial

Para el incentivo salarial se considera el cumplimiento de las actividades en la empresa, tales como los procedimientos, pausas activas y observándose una mejora en su producción. Los incentivos salariales son los siguientes (tabla 41):

Tabla 41. Incentivo salarial

Bonos	Debe cumplir	Frecuencia
Gift card de consumo en tienda de abarrotes s/.100.00	Con el procedimiento, las pausas activas observándose en la mejora de la producción.	Se medirá con una frecuencia de 2 meses.
Gift card de consumo en tienda de abarrotes s/.200.00	Al cumplir con sus tareas pertinentes y presentar una propuesta de mejora para la empresa. La propuesta que gané se le otorgará el vale de consumo.	Se medirá con una frecuencia de 4 meses.

3.3.1.5. Ambiente físico

Para las condiciones en el puesto de trabajo primero se propone las siguientes dimensiones y modelo de la mesa, también el modelo de la silla de tal manera que cumpla con las condiciones mencionadas en el marco teórico de la presente investigación de acuerdo con antropometría. Así mismo en la tabla 41 se encuentran las especificaciones técnicas de la silla ergonómica.

Tabla 42. Especificaciones silla ergonómica

Silla Ergonómica Serie 7000 ESD	
Marca	BEVCO
Material	Poliuretano
Cumple con normas	ANSI/ BIFMA
Garantía	12 años
Rota	360°
Soporta	110,07 kg
Asiento	
Ancho	48,64 cm
Profundidad	42,56 cm
Espeor	3,81 cm
Altura al piso	45,00 cm
Respaldar	
Ancho	39,37 cm
Alto	61,83 cm
Espeor	3,24 cm
Altura total	
Altura	106,83 cm



Fuente: Catálogo de productos BEVCO, 2018

Para confirmar el cumplimiento de la silla ergonómica se compara los valores recomendados en el libro del autor Niebel y Freivalds, mencionado en el marco teórico.

Tabla 43. Razones de ajuste recomendados para el asiento propuesto

Parámetros del asiento	Valor de diseño (Unidades)	Comentarios de cumplimiento
A: Altura del Asiento	40cm -52 cm	La silla propuesta tiene de ancho 45 cm se encuentra dentro del rango
B: Profundidad del asiento	38 cm-43 cm	Se encuentra dentro del rango ya que tiene una profundidad de 42,56 cm
C: Ancho del asiento	$\geq 46,2$ cm	El ancho del asiento es de 48,64 cm
D: Ángulo del asiento	$\pm 10^\circ$	Por el modelo del asiento cumple con el ángulo.
E: Ángulo entre el respaldo y el asiento	$>90^\circ$	Por el modelo del asiento cumple con el ángulo.
F: Ancho del respaldo del asiento	$>30,5$ cm	Para una persona promedio se recomienda 39,37 cm
G: Soporte lumbar	15 cm-23 cm	Altura vertical con respecto al asiento se expande hacia el centro del soporte lumbar.
K: Espacio libre para las piernas	66 cm	
L: Altura de la superficie de trabajo	~ 81	Determinado por la altura del codo en posición de descanso. Se encuentra en el valor de 81; total de altura es 106,83 menos la altura del codo.
M: grosor de la superficie de trabajo	<5	Se encuentra en 2,55 cm la mesa de costura; ya que el máximo es de 5cm
N: Espacio libre para los muslos	>20	De acuerdo a la altura de la mesa se encuentra en rango espacio libre 19 cm y altura total 65cm (mesa).

Fuente: Niebels, 2014

Elaborado por: Kroemer, 1986

En el diagnóstico se encontró que la mesa de la máquina de coser no es acorde a lo requerido según la estatura del trabajador (estatura promedio 170 cm). Por ello se propone una mesa que cumpla con las condiciones ergonómicas para el puesto de trabajo sentado, referenciales del check list tomado en el diagnóstico. La mesa donde se ubica la máquina de coser cuenta con una base metálica ajustable, la imagen apreciada en la figura 44 es referencial pero las dimensiones tanto por alto y ancho son de acuerdo a lo recomendado. Además de tener un tablero amplio que permita el ensamble de las piezas, sin que el trabajador tenga que hacer un esfuerzo.

Para los movimientos ineficientes se tiene la mesa de alimentación (tabla 45) tiene la finalidad de evitar las búsquedas de las piezas necesarias para la costura. Así mismo se clasificará en canastas de distintos colores según las piezas a recepcionar. Buscando que funcione como semáforo: la canastilla verde, para el primer tapiz a terminar; amarilla, el pedido puede esperar y la roja será la última en ser confeccionada. En este caso se utilizará tres canastillas de plástico cuyas especificaciones se encuentran en la tabla 46. Por último, en la figura 49 se encuentra toda la mesa ensamblada.

Tabla 44. Especificaciones mesa para máquina de coser

Mesa de alimentación	
Material	Melamina o madera
Largo	82,5 cm
Ancho	70 cm
Alto	70 cm (accionamiento botón 65cm)
Inclinación	0°
Espeor	2,55 cm
Hueco bajo mesa	<p style="text-align: center;"> Altura: 68 cm Anchura: 46 cm Profundidad a la altura de las rodillas: 50cm máx. </p>
Patas de la mesa	Se empleará una base metálica para máquina de coser ajustable.
Referenciales	

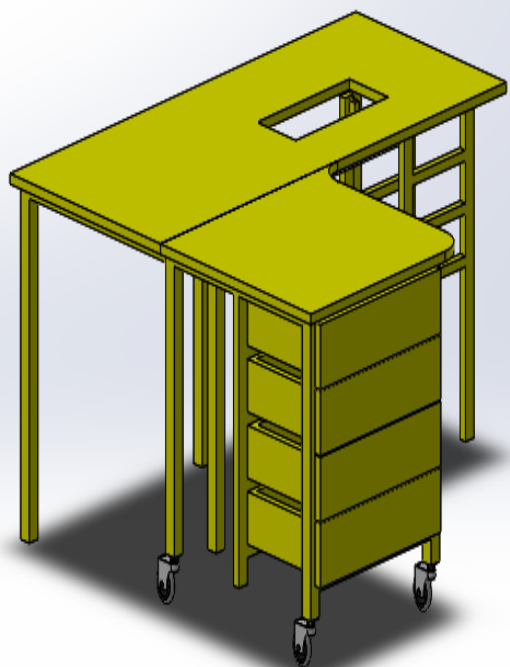



Tabla 45. Especificaciones de mesa de alimentación


Mesa para máquina de coser	
Material	Melamina o madera
Largo	67,5 cm
Ancho	59,7 cm
Alto	69 cm



Espesor 2,55cm

Tabla 46. Especificaciones de las canastillas

Canastillas de plástico	
Material	Plástico
Largo	28,55 cm
Ancho	35 cm



Alto 25 cm

Luego de realizar la propuesta del mobiliario necesario para mejorar la estación de trabajo nuevamente se procede a evaluar con los check list aplicados en el diagnóstico. En la tabla 47 está la evaluación de la estación de trabajo- sentado.

Tabla 47. Check list de evaluación de la estación de trabajo – sentado

Preguntas	Estación de trabajo- sentado	
	SI	NO
1. ¿Se ajusta fácilmente la silla de acuerdo con las características siguientes?	X	
a. ¿Es ajustable la altura de la silla de 38,1cm a 55,88cm?	X	
b. ¿Tiene la silla un ancho mínimo de 45,72cm?	X	
c. ¿Es la profundidad de la silla de 38,1 cm x 43,64cm?	X	
d. ¿Se puede reclinar la silla +- 10° respecto a la horizontal?	X	
e. ¿Se proporciona un respaldo con soporte lumbar?	X	
f. ¿Es el tamaño mínimo del respaldo 20,32 x 30,48 cm?	X	
g. ¿Tiene la silla cinco patas de soporte?	X	
h. ¿Tienen ruedas y cabezas giratorias para realizar las tareas móviles?	X	
i. ¿Puede respirar la cubierta de la silla?	X	
2. ¿Se ha ajustado adecuadamente la silla?	X	
a. ¿Hay suficiente espacio para las piernas (¿es decir, hacia la parte de atrás de la estación de trabajo)?	X	
3. ¿Es ajustable la cubierta de la estación de trabajo?	X	
a. ¿Está la superficie de la estación de trabajo aproximadamente a la altura del descanso del codo? (24,3 cm en la tabla 4, marco teórico)	X	
b. ¿Hay suficiente espacio para los muslos (es decir, con respecto al fondo de la superficie de trabajo)?	X	

Fuente: Niebels, 2014

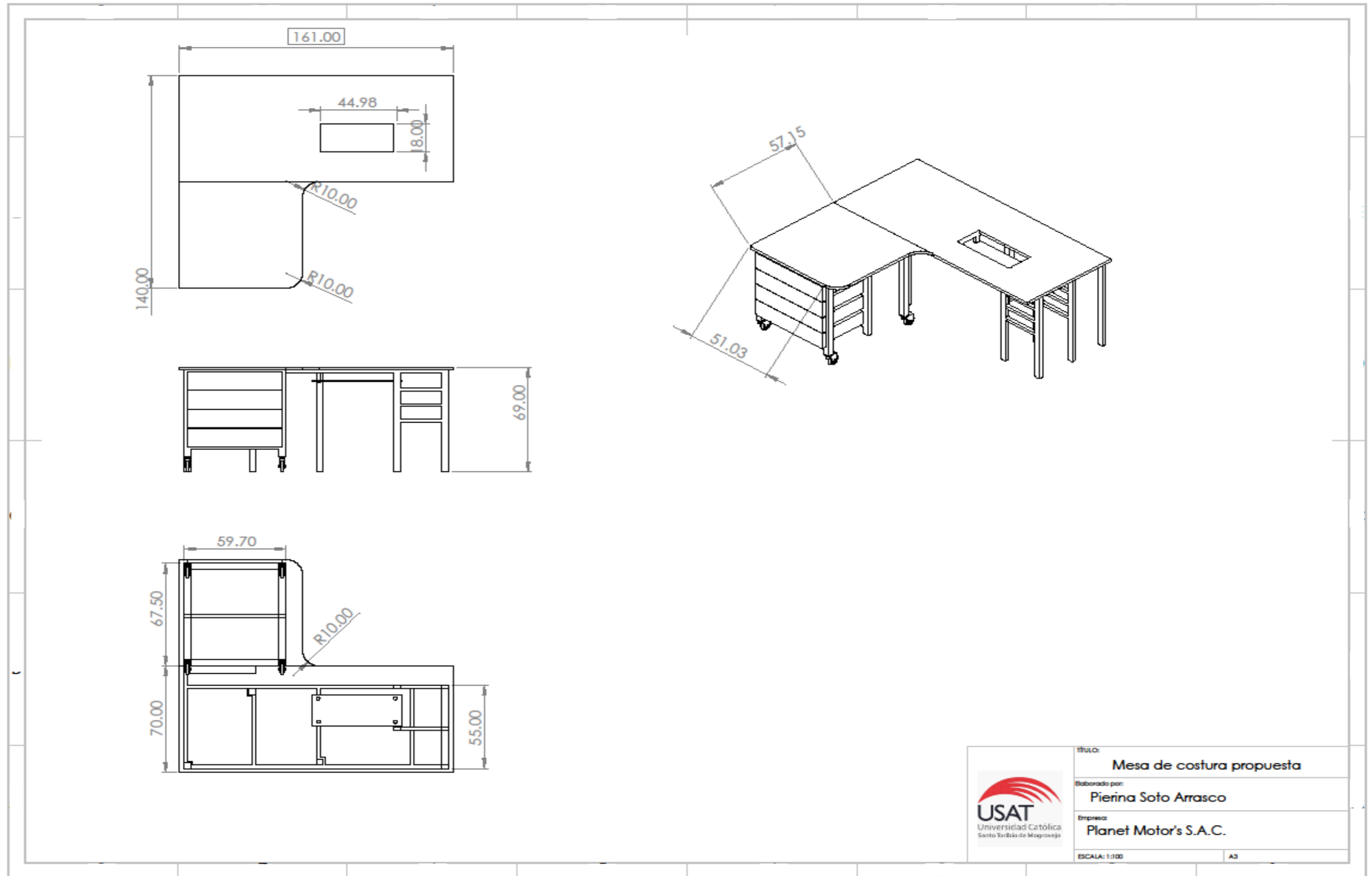


Figura 49. Plan de la mesa de costura propuesta

3.3.1.6. Estándar de producción

Primero se recurrió a eliminar esos movimientos ineficientes, logrado a través de establecer el procedimiento, diseño del puesto y clasificación de las piezas a producir. Luego se procedió a presentar los nuevos diagramas bimanuales, con su respectivo resumen donde se observa las actividades que agregan valor.

a. Nuevos diagramas bimanuales

Luego de la identificación de los micro movimientos ineficientes y la propuesta de un nuevo mobiliario se consulta al experto para así obtener los nuevos diagramas bimanuales. Los movimientos ineficientes que se buscó eliminar fueron las búsquedas, las selecciones, el posicionamiento, parar y el descanso para contrarrestar la fatiga. Además, se le consulto al experto en cuanto tiempo es lo mínimo que puede emplear para esa operación. Son de acuerdo a las piezas elaboradas en la estación cuello de botella. En esta etapa ya no se vuelve a emplear los check list de therbligs ineficientes, porque esa lista empleada en el diagnóstico sirve para identificar los micro movimientos que se pueden eliminar, así como ver la opción de mejora. Finalmente se logró minimizar los presentados en el diagnóstico.

Las figuras son de la 50 a la 55, se pueden apreciar.

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
Código Operario:	#10 op	Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	126	1 238,9
Analista:	Pierina Soto	Pieza:	Cobertor delantero	Tiempo no efectivo (s)	1 137,9	25
		Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	1 263,9	1 263,9
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha	
Busca e inserta hilo	S H	3 10	13	G	Sujeta hilo y se acomoda para realizar la costura	
Ubica la pieza en la mesa de trabajo y acomoda	M	5	5	RL	Ubica la pieza en la mesa de trabajo y suelta	
Posiciona la pieza para realizar costura y sujeta	G	40	40	A	Posiciona la pieza para realizar costura y sujeta	
Busca e inserta hilo	S H	2 11	13	G	Sujeta hilo y se acomoda para realizar la costura	
Costura de pieza en tira blanca	G	39	39	A	Costura de pieza en tira blanca	
Suelta pieza en tira	G	9	9	H	Suelta pieza y coloca a un lado	
Busca piezas de cobertor delantero e inicia a coser	S M	12	12	S M	Busca piezas de cobertor delantero e inicia a coser	
Coloca base de cobertor delantero rojo	P H	2 544,5	2 544,5	G A	Coloca base de cobertor delantero rojo	
Ensambla cobertor delantero rojo pieza y mica	G RL H	3 4 553,4	3 4 553,4	G H A	Ensambla cobertor delantero rojo pieza y mica	
Ubicar en la mesa de producto terminado	G M RL	18 8	18 8	G M RL	Ubicar en la mesa de producto terminado	
Total(s)		1 263,9	1 263,9	Total(s)		

Figura 50 Diagrama bimanual nuevo para cobertor delantero

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
		Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	16	216,3
Código Operario:	#10 op	Pieza:	Chavo	Tiempo no efectivo (s)	204,3	4
Analista:	Pierina Soto	Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	220,3	220,3
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha	
Apoya mano sobre mesa	H	6	4	SE	Selecciona	
			2	G	Sujeta pieza chavo	
Sujetar pieza	G	2	2	G	Sujeta tijera	
Mantiene sujetando	H	13	13	U	Corte de filos	
sujeta pieza y reposiciona para costura	RL	5	9	RL	Extiende y suelta chavo	
	PP	4				
Costura del chavo	H	185,3	185,3	U	Costura del chavo	
Dobla pieza terminada	A	5	5	A	Dobla pieza terminada	
Total (s)		220,3	220,3	Total (s)		

Figura 51 Diagrama bimanual nuevo para chavo

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
		Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	51	363,2
Código Operario:	#10 op	Pieza:	Cobertor posterior	Tiempo no efectivo (s)	319,2	7
Analista:	Pierina Soto	Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	370,2	370,2
Descripción de la mano izquierda						Descripción mano derecha
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha	
Ubica la pieza en la mesa de trabajo y acomoda	P M	4 3	7	H	Apoyada sobre la mesa	
Posiciona la pieza para realizar costura y sujeta	PP G	2 3	2 3	PP G	Posiciona la pieza para realizar costura y sujeta	
Costura de mica corazón sobre base	P H	3 32	35	A	Costura de mica corazón sobre base roja	
Suelta pieza	H	5	5	RL	Soltar la pieza ensamblada	
Corte parte corazón	G	22	22	U	Utiliza tijera para realizar corte	
Costura de cobertor delantero	G H	11 275,2	11 275,2	G A	Ensamble del cobertor	
Dobla pieza terminada	A	10	10	A	Dobla pieza terminada	
Ubicar en la mesa de producto terminado	G M	22	22	G M	Ubicar en la mesa de producto terminado	
Total (s)		392,2	392,2	Total (s)		

Figura 52. Diagrama bimanual nuevo para cobertor posterior

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
Código Operario:	#10 op	Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	32	1 332,3
Analista:	Pierina Soto	Pieza:	Carpa	Tiempo no efectivo (s)	1 339,3	39
		Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	1 371,3	1 371,3
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha	
Ayuda a sujetar las piezas mientras realiza la búsqueda	S	15	15	S	Busca tiras para la carpa hasta acomodarlas	
	AD	5	5	SE		
	AD	12	12	G		
	H	5	5	M		
Ubica la pieza filo de carpa en la mesa de trabajo y acomoda	P	13	13	H	Ubica la pieza filo de carpa en la mesa de trabajo y suelta	
	M	6	6	RL		
Costura de Filo de carpa	P	6	41	A	Costura de filo de carpa	
	H	35				
Costura de Filo de carpa a la base	P	17	1 242,3	A	Costura de filo de carpa a la base	
	H	1 225,3				
Dobla pieza terminada	A	9	9	A	Dobla pieza terminada	
Ubicar en la mesa de producto terminado	G	14	14	G	Ubicar en la mesa de producto terminado	
	M			M		
	S			S		
	RL			RL		
Total (s)		1 371,3	1 371,3		Total (s)	

Figura 53 Diagrama bimanual nuevo de carpa

Diagrama de procesos bimanual						
Operación:	Costura	Parte:	Cobertor completo	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
		Producto:	Mototaxi	Tiempo efectivo (s)	70	729,3
Código Operario:	#10 op	Pieza:	Lateral (2)	Tiempo no efectivo (s)	678,3	1916
Analista:	Pierina Soto	Fecha:	8/10/2018	Tiempo del ciclo (s)	748,3	748.3
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Tiempo(s)	Símbolo	Descripción mano derecha	
Busca tiras para laterales hasta acomodarlas	AD	10	10	G	Busca tiras para laterales hasta acomodarlas	
	H	27	27	M		
Ubica la pieza en la mesa de trabajo y acomoda	M	9	9	RL	Ubica la pieza en la mesa de trabajo y suelta	
Sujeta de la pieza	G	11	11	G	Sujeta de la pieza	
Costura de mica con estrellado	H	622,3	622,3	A	Ensamble con estrellado	
Dobla pieza terminada	A	17	17	A	Dobla pieza terminada	
Ubicar en la mesa de producto terminado	G	24	24	G	Ubicar en la mesa de producto terminado	
	M	19	19	M		
	S	9	9	S		
	RL	9	9	RL		
Total (s)		748,3	748,3		Total (s)	

Figura 54. Diagrama bimanual nuevo para Laterales

En la siguiente tabla 48 se encuentra el porcentaje de actividades que generan valor de acuerdo a las manos que lo realizan. En la tabla 49 se encuentra el resumen de actividades improductivas; en la mano izquierda se tiene un porcentaje de 92%, ya que en este caso el operario es diestro. Para la mano derecha se tiene un porcentaje de 2% de actividades que no agregan valor. Antes de la propuesta de mejora el tiempo del cuello de botella era de 89,10 minutos y se minimiza en 66,6 minutos.

Tabla 48. Porcentaje de actividades que generan valor

Pieza	Mano Izquierda		Mano Derecha	
	AGV	ANGV	AGV	ANGV
Cobertor Delantero	126	1137,9	1247,9	16
Cobertor Posterior	73	319,2	385,2	7
Chavo	16	204,3	216,3	4
Carpa	32	1339,3	1332,3	39
Laterales (2)	70	678,3	729,3	19
TOTAL (s)	317	3679	3911	85
TOTAL (s)	3996		3996	
TOTAL (s)	66,60		66,60	
Representación (%)	8%	92%	98%	2%

Tabla 49. Resumen en tiempos que genera valor

Pieza	Mano Izquierda		Mano Derecha	
	AGV	ANGV	AGV	ANGV
Cobertor Delantero	9,97 %	90,03 %	98,73 %	1,27 %
Cobertor Posterior	18,61 %	81,39 %	98,22 %	1,78 %
Chavo	7,26 %	92,74 %	98,18 %	1,82 %
Carpa	2,33 %	97,67 %	97,16 %	2,84 %
Laterales (2)	9,35 %	90,65 %	97,46 %	2,54 %

b. Tiempo promedio con el diagrama bimanual, normal, estándar

Luego de eliminar los therbligs ineficientes, se logra reducir el tiempo de operación de 89,10 min a 66,6 min de costura del cobertor completo.

Tabla 50. Nuevo tiempo para la estación costura

Pieza: Cobertor completo	
Descripción de la operación	Tiempo reducido (min)
Costura cobertor completo	66,60

Para determinar el tiempo estándar, previamente se debe establecer el factor de calificación que incluye habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia. Luego se define el factor de calificación para el puesto de trabajo. Esto se presenta en la tabla 51; el factor de calificación se encuentra en el anexo 2.

Tabla 51. Factor de calificación

Descripción de la operación	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total	Factor calificación
Costura cobertor completo	0,02	-0,04	0,01	0	-0,010	0,99

El tiempo normal se obtiene con la multiplicación del factor calificación y el tiempo promedio, finalmente se tiene que son 65,93 min.

Tabla 52. Calculo tiempo normal

Descripción de la operación	Factor de calificación	Nuevo tiempo (min)	Tiempo NORMAL (min)
Costura cobertor completo	0,99	66,60	65,93

La tabla 53 son los suplementos para ello se analiza los factores que influyen en el ambiente de trabajo.

Tabla 53. Definición de suplementos

Descripción de la operación	Suplementos										Total
	Constantes					Variables					
	NP	F	TP	PA	EM	MI	CI	R	M		
Costura cobertor completo	2	1	0	1	1	0	0	1	1		7%

El producto final de los suplementos con el tiempo normal es el tiempo estándar.

Tabla 54. Nuevo tiempo estándar de costura de cobertor completo

Descripción de la operación	Nuevo tiempo NORMAL (min)	Suplementos	Nuevo Tiempo Estándar (min)
Costura cobertor completo	65,93	7 %	70,55

3.3.2. Distribución de planta

En la actualidad la empresa ha realizado sus labores y ha crecido sin contar con una distribución acorde al proceso que se elabora. Por ello no existe una definición clara de las áreas de la empresa. Para mejorar la distribución de planta es necesario conocer las áreas de la empresa, estas son las siguientes:

1. Almacén
2. Corte (Tapicería)
3. Costura (Tapicería)
4. Corte (Metalmecánica)
5. Doblado mecánico
6. Soldadura (Metalmecánica)
7. Ensamble II
8. Oficina administrativa
9. Vestidores/ S.S.H.H.

En el local 2 donde se elaboran las puertas y se pintan los panorámicos se encuentra solamente las siguientes áreas:

1. Almacén
2. Corte
3. Doblado mecánico
4. Soldadura (Metalmecánica)
5. Vestidores/ S.S.H.H.

Primero se realizó el método de Guerchet para determinar el área total requerida, este método suma las tres superficies parciales; estas son: área estática (S_s), área de gravitación (S_g) y área de evolución (S_e). En la siguiente tabla se especifican las dimensiones de las máquinas y mobiliario de la empresa, en cada tabla se menciona el local correspondiente. En la tabla 55 y 56 se encuentra el mobiliario del local 1. Para el local 2 es la tabla 57, con todo el mobiliario.

Tabla 55. Dimensiones de las máquinas y mobiliario en el local 1

Dimensiones (m)			
Mobiliario/ Máquina	Largo (m)	Ancho(m)	Alto(m)
Mesa de tapicería para piso y asiento	1,23	0,83	2,44
Mesa de tapicería corte y trazado	2,43	0,82	1,51
Mesa de tapicería	1,38	0,82	2,45
Silla ergonómica	0,42	0,48	1,06
Nueva mesa de costura	1,61	0,7	0,7
Estantería de rollos	1,55	0,85	1,67
Estante de almacén de tapiz	1,65	0,42	1,41
Cortadora	0,54	1,54	0,52
Estantería de tubos	2,1	1,94	1,1
Matriz de asiento	1,1	1,31	0,56
Matriz base	2,46	1,07	1,25
Maq. Soldar	0,39	0,83	0,81
Cizalla	0,82	0,98	0,42
Matriz base	1,25	1,3	2,13
Taladro de pie	0,56	1,56	0,18
Doblado mecánico	1,87	1,12	0,35
Moto	2,98	1,33	1,72

Tabla 56. Dimensiones del mobiliario de oficina en el local 1

Dimensiones (m)				
Mobiliario/ Máquina	Cant.	Largo (m)	Ancho(m)	Alto(m)
Silla	2	0,6	0,52	0,5
Escritorio	2	1,24	0,7	0,7
Estante	1	1,65	1,12	1

Tabla 57. Dimensiones del mobiliario del local 2

Dimensiones (m)			
Mobiliario/ Máquina	Largo (m)	Ancho(m)	Alto(m)
Doblado mecánico	1,87	1,12	0,35
Taladro de pie	0,61	1,68	0,22
Matriz de puerta	1,24	0,87	0,72
Horno de curado	6,43	2,95	2,45
Estantería de tubos	2,1	1,94	1,1
Moto	2,98	1,33	1,72

El área estática hace referencia al área de terreno que ocupan el mobiliario o maquinaria, esta debe ser evaluada en la posición de uso del mueble. Se calcula de la siguiente manera:

$$Ss = Largo \times ancho = L \times A$$

En la siguiente tabla 58 se tiene el cálculo del área estática de las máquinas y mobiliario. De la misma manera para la tabla 59 y 60.

Tabla 58. Cálculo de área estática Local 1

Dimensiones (m)			
Mobiliario/ Máquina	Largo (m)	Ancho(m)	Ss (m²)
Mesa de tapicería para piso y asiento	1,23	0,83	1,02
Mesa de tapicería corte y trazado	2,43	0,82	1,99
Mesa de tapicería	1,38	0,82	1,13
Silla ergonómica	0,42	0,48	0,20
Nueva mesa de costura	1,61	0,7	1,13
Estantería de rollos	1,55	0,85	1,32
Estante de almacén de tapiz	1,65	0,42	0,69
Cortadora	0,54	1,54	0,83
Estantería de tubos	2,1	1,94	4,07
Matriz de asiento	1,1	1,31	1,44
Matriz base	2,46	1,07	2,63
Maq. Soldar	0,39	0,83	0,32
Cizalla	0,82	0,98	0,80
Matriz base	1,25	1,3	1,63
Taladro de pie	0,56	1,56	0,87
Doblado mecánico	1,87	1,12	2,09
Moto	2,98	1,33	3,96

Tabla 59. Cálculo del área estática local - oficina

Dimensiones (m)				
Mobiliario/ Máquina	Cant.	Largo (m)	Ancho(m)	Ss x 1
Silla	2	0,6	0,52	0,31
Escritorio	2	1,24	0,7	0,87
Estante	1	1,65	1,12	1,85

Tabla 60. Cálculo del área estática del local 2

Dimensiones (m)			
Mobiliario/ Máquina	Largo (m)	Ancho(m)	Ss (m²)
Doblado mecánico	1,87	1,12	2,09
Taladro de pie	0,61	1,68	1,02
Matriz de puerta	1,24	0,87	1,08
Horno de curado	6,43	2,95	18,97
Estantería de tubos	2,1	1,94	4,07
Moto	2,98	1,33	3,96

La superficie de gravitación se le llama a aquella superficie que es utilizada por el operario y por el material que se emplea en las operaciones alrededor de los puestos de trabajo. Se obtiene multiplicando la superficie estática, por el número de lados del mueble que deben ser utilizados. Se encuentra en la tabla 61,62 y 63. Durante este calculo no se considera la superficie de gravitación para el mobiliario, solo se aplica para maquinaria.

$$Sg = Superficie\ estática \times N^{\circ} \text{ lados} = Ss \times N$$

Tabla 61. Cálculo de superficie de gravitación Local 1 (m²)

Superficie de gravitación (m²)			
Mobiliario/Máquina	Ss	N	Sg
Mesa de tapicería para piso y asiento	-	-	-
Mesa de tapicería corte y trazado	-	-	-
Mesa de tapicería	-	-	-
Silla ergonómica	-	-	-
Nueva mesa de costura	-	-	-
Estantería de rollos	-	-	-
Estante de almacén de tapiz	-	-	-
Cortadora	0,83	1	0,83
Estantería de tubos	-	-	-
Matriz de asiento	1,44	1	1,44
Matriz base	2,63	1	2,63
Maq. Soldar	0,32	1	0,32
Cizalla	0,80	1	0,80
Matriz base	1,63	1	1,63
Taladro de pie	0,87	1	0,87
Doblado mecánico	2,09	2	4,19
Moto	-	-	-

Tabla 62. Superficie de gravitación de oficina

Superficie de gravitación(m²)			
Mobiliario/ Máquina	Ss	N	Sg
Silla	-	-	-
Escritorio	-	-	-
Estante	-	-	-

Tabla 63. Superficie de gravitación de local 2

Superficie de gravitación (m²)			
Mobiliario/ Máquina	Ss	N	Sg
Doblado mecánico	2,09	2	4,19
Taladro de pie	1,02	1	1,02
Matriz de puerta	1,08	2	2,16
Horno de curado	18,97	1	18,97
Estantería de tubos	-	-	-
Moto	-	-	-

Para la superficie de evolución es aquella que se reserva entre las estaciones de trabajo para el desplazamiento del operario, maquinaria o medios de transporte y la salida del producto terminado. En el cálculo se emplea un factor k, donde este es el coeficiente de evolución; es la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos. La altura de los trabajadores es APT y AMM es la altura media de la maquinaria. La superficie de evolución viene dada por el siguiente producto:

$$Se = (Ss + Sg) \times K$$

Donde: $K = \frac{APT}{2 \times AMM}$

En la tabla 64 se presenta la altura promedio de la maquinaria estática presente en el local 1, la tabla 65 se encuentran la maquinaria y muebles del local 2. Siendo la altura promedio de los elementos estáticos del local 1m y local 2 de 0,97m.

Tabla 64. Altura promedio del mobiliario del local 1

Mobiliario/ Máquina	Cant.	Alto(m)	Tipo de elemento
Mesa de tapicería para piso y asiento	1	2,44	Estático
Mesa de tapicería corte y trazado	1	1,51	
Mesa de tapicería	1	2,45	
Nueva mesa de costura	1	1,41	
Estantería de rollos	1	0,52	
Estante de almacén de tapiz	1	1,10	
Cortadora	1	0,56	
Estantería de tubos	1	1,25	
Matriz de asiento	1	0,81	
Matriz base	1	0,42	
Maq. Soldar	1	2,13	
Cizalla	1	0,18	
Matriz base	1	0,35	
Taladro de pie	1	0,50	
Doblado mecánico	1	0,70	
Escritorio	2	0,7	
Estante	1	1	
Altura promedio		1,00	

Tabla 65. Altura promedio del mobiliario estático del local 2

Mobiliario/ Máquina	Cant.	Alto(m)	Tipo de elemento
Doblado mecánico	1	0,35	Estático
Taladro de pie	1	0,22	
Matriz de puerta	1	0,72	
Horno de curado	1	2,45	
Estantería de tubos	1	1,1	
Altura promedio		0,97	

Así como se determinó la altura promedio de los elementos estáticos, se procede a clasificar y realizar el promedio de las alturas para los elementos móviles. En la siguiente tabla se detalla según el local. Para la altura de los operarios se consideró en promedio 1,65 m y como superficie 0,50 m.

Tabla 66. Altura promedio de los elementos móviles

Ubicación	Tipo	Cant.	Ss	H	Hm
Local 1	Operarios	11	0,50	1,65	1,59
	Moto	2	3,96	1,72	
	Silla	2	0,31	1,1	
	Silla ergonómica	1	0,20	1,67	
Local 2	Operarios	3	0,50	1,65	1,69
	Moto	4	3,96	1,72	

Se observa el coeficiente de evolución en la tabla 67.

Tabla 67. Coeficiente de evolución para cada local

Ubicación	Coeficiente de evolución	Valor	Coef. De Evolución (k)
Local 1	Altura promedio elem. Moviles	1,59	0,79
	Altura promedio de elem. Estáticos	1,00	
Local 2	Altura promedio elem. Moviles	1,69	0,87
	Altura promedio de elem. Estáticos	0,97	

En la tabla 68 se observa la superficie de evolución para el local 1 y tabla 69. Para la tabla 70 se encuentra el cálculo de la superficie de evolución del local 2.

Tabla 68. Superficie de evolución local 1

Mobiliario/Máquina	Ss	Sg	k	Se
Mesa de tapicería para piso y asiento	1,02	-	0.79	0.81
Mesa de tapicería corte y trazado	1,99	-	0.79	1.57
Mesa de tapicería	1,13	-	0.79	0.89
Silla ergonómica	0.20	-	0.79	0.16
Nueva mesa de costura	1.13	-	0.79	0.89
Estantería de rollos	1.32	-	0.79	1.04
Estante de almacén de tapiz	0.69	-	0.79	0.55
Cortadora	0.83	0.83	0.79	1.31
Estantería de tubos	4.07	-	0.79	3.22
Matriz de asiento	1.44	1.44	0.79	2.28
Matriz base	2.63	2.63	0.79	4.16
Maq. Soldar	0.32	0.32	0.79	0.51
Cizalla	0.80	0.80	0.79	1.27
Matriz base	1.63	1.63	0.79	2.57
Taladro de pie	0.87	0.87	0.79	1.38
Doblado mecánico	2.09	4.19	0.79	4.96
Moto	3.96	-	0.79	3.13
Total Se (m²)				30,70

Tabla 69. Superficie de evolución local 1- oficina

Mobiliario/ Máquina	Ss	Sg	k	Se
Silla	0,31	-	0,79	0.25
Escritorio	0,87	-	0,79	0.69
Estante	1,85	-	0,79	1.47
Total Se (m²)				2,41

Tabla 70. Superficie de evolución local 2

Mobiliario/ Máquina	Ss	Sg	k	Se
Doblado mecánico	2.09	4.19	0.87	5.48
Taladro de pie	1.02	1.02	0.87	1.79
Matriz de puerta	1.08	2.16	0.87	2.83
Horno de curado	18.97	18.97	0.87	33.12
Estantería de tubos	4.07	-	0.87	3.56
Moto	3.96	-	0.87	3.46
Total Se (m²)				50,23

Para poder calcular la superficie total necesaria para la empresa se realiza la suma de la superficie de gravitación, superficie estática, superficie de evolución y por último se multiplica por la cantidad de elementos que se tiene. Se aprecia en las siguientes tablas 71,72 y 73.

Tabla 71. Superficie total local 1

Mobiliario/Máquina	n	Ss	Sg	Se	ST
Mesa de tapicería para piso y asiento	1	1,02	-	0,81	1,83
Mesa de tapicería corte y trazado	1	1,99	-	1,57	3,57
Mesa de tapicería	1	1,13	-	0,89	2,03
Silla ergonómica	1	0,20	-	0,16	0,36
Nueva mesa de costura	1	1,13	-	0,89	2,02
Estantería de rollos	1	1,32	-	1,04	2,36
Estante de almacén de tapiz	1	0,69	-	0,55	1,24
Cortadora	1	0,83	0,83	1,31	2,98
Estantería de tubos	1	4,07	-	3,22	7,29
Matriz de asiento	1	1,44	1,44	2,28	5,16
Matriz base	1	2,63	2,63	4,16	9,42
Maq. Soldar	1	0,32	0,32	0,51	1,16
Cizalla	1	0,80	0,80	1,27	2,88
Matriz base	1	1,63	1,63	2,57	5,82
Taladro de pie	1	0,87	0,87	1,38	3,13
Doblado mecánico	1	2,09	4,19	4,96	11,25
Moto	4	3,96	-	3,13	28,38
Superficie total m²					90,85

Tabla 72. Superficie total de la oficina en el local 1

Mobiliario/Máquina	n	Ss	Sg	Se	ST
Silla	2	0,31	-	0,25	1,12
Escritorio	2	0,87	-	0,69	3,11
Estante	1	1,85	-	1,47	3,32
Superficie total m²					7,55

Tabla 73. Superficie total del local 2

Mobiliario/Máquina	n	Ss	Sg	Se	ST
Doblado mecánico	1	2,09	4,19	5,48	11,77
Taladro de pie	1	1,02	1,02	1,79	3,84
Matriz de puerta	1	1,08	2,16	2,83	6,06
Horno de curado	1	18,97	18,97	33,12	71,05
Estantería de tubos	1	4,07	-	3,56	7,63
Moto	1	3,96	-	3,46	29,69
Superficie total m²					130,04

Finalmente se tiene que para el área de producción del local 1 se requiere 90,85 m², para la oficina 7,55 m² y por último el local 2 con 130,04 m².

Para realizar la propuesta se aplica el método de Systematic Layout Planning (planificación racional de la distribución de planta SLP) que permite identificar las áreas, valorar y visualizar la relación existente entre los elementos [29].

Se realizó la distribución para cada uno de los locales. En el primer local se consideraron las áreas siguientes:

1. Almacén
2. Corte T.
3. Costura
4. Corte M.
5. Doblado mecánico
6. Soldadura
7. Ensamble II
8. Oficina administrativa
9. Vestidores/ S.S.H.H.

Se realizó el diagrama de relaciones confrontando a todas las áreas, junto a la siguiente leyenda. En la tabla 74 se aprecia la leyenda del código de proximidad para realizar la matriz de relaciones y la tabla 75 son los códigos de razones, que sirven para señalar como es la relación e importancia entre áreas.

Tabla 74. Leyendas de código de proximidad

Código	Proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Conveniente
U	Indiferente
X	No recomendable

Tabla 75. Código de razones

Código	Proximidad
1	Por control
2	Por proceso, continuidad
3	Por conveniencia, se relacionan entre sí
4	Por seguridad, para no exponer algunos riesgos a los trabajadores
5	No es recomendable colocarlas consecutivamente
6	No se relacionan entre sí

A continuación, se presenta el diagrama de relaciones para la primera área de la empresa (tabla 76).

Tabla 76. Diagrama de relaciones primer local

n	Áreas	Almacén	Corte T.	Costura	Corte M.	Doblado M.	Soldadura	Ensamble II	Oficina administrativa	Vestidores
1	Almacén	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Corte T.	A	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Costura	O	A	-	-	-	-	-	-	-
4	Corte M.	A	U	U	-	-	-	-	-	-
5	Doblado M.	U	U	U	A	-	-	-	-	-
6	Soldadura	U	U	U	U	A	-	-	-	-
7	Ensamble II	I	E	E	U	U	O	-	-	-
8	Oficina administrativa	E	U	U	U	U	U	E	-	-
9	Vestidores/S.S.H.H.	U	U	U	U	U	O	O	U	-

En base al diagrama de relaciones anterior, se presenta la matriz de relaciones (figura 55).

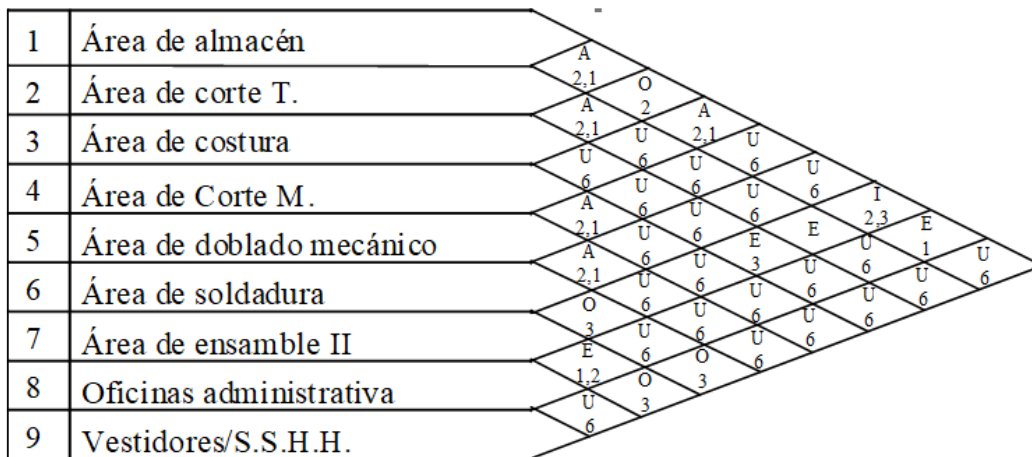


Figura 55. Matriz de relaciones de local 1

A continuación, se presenta el diagrama de relaciones del local 2 (tabla 77).

Tabla 77. Diagrama de relaciones de local 2

	Almacén	Área de corte	Área de doblado mecánico	Área de soldadura	Área de pintura	Vestidores/SS.HH.
1. Almacén	-	-	-	-	-	-
2. Área de corte	A	-	-	-	-	-
3. Área de doblado mecánico	A	E	-	-	-	-
4. Área de soldadura	U	E	E	-	-	-
5. Área de pintura	O	X	O	X	-	-
6. Vestidores/SS.HH.	U	U	U	U	U	-

En base al diagrama anterior, se presenta la matriz de relación del local 2 (figura 56).

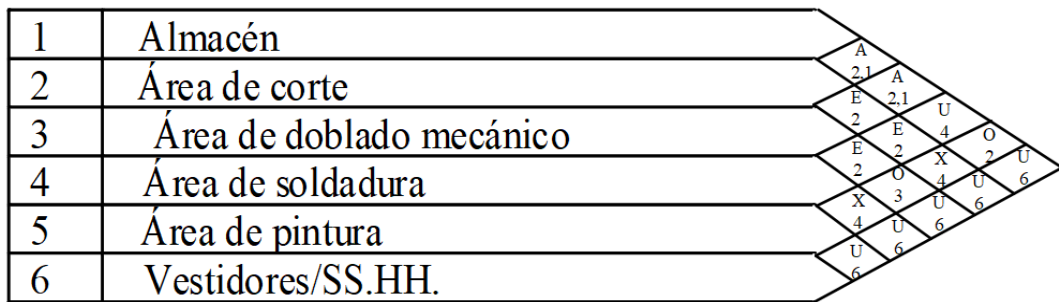


Figura 56. Matriz de relación local 2

En base a los diagramas anteriores, se presenta los diagramas de línea:

Tabla 78. Relación entre las áreas

Código	Relación	Proximidad
A	=====	Absolutamente necesaria
E	=====	Especialmente importante
I	=====	Importante
O	=====	Conveniente
U	=====	Indiferente
X	-----	No recomendable

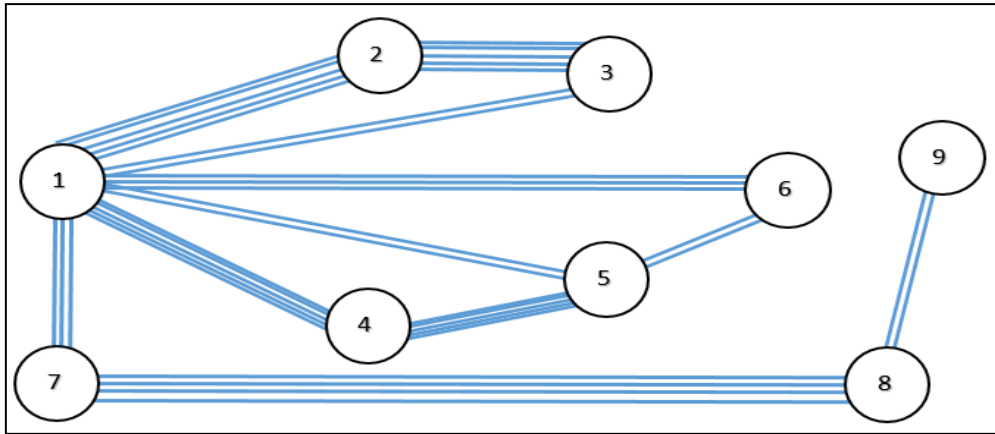


Figura 57. Diagrama de líneas planta 1

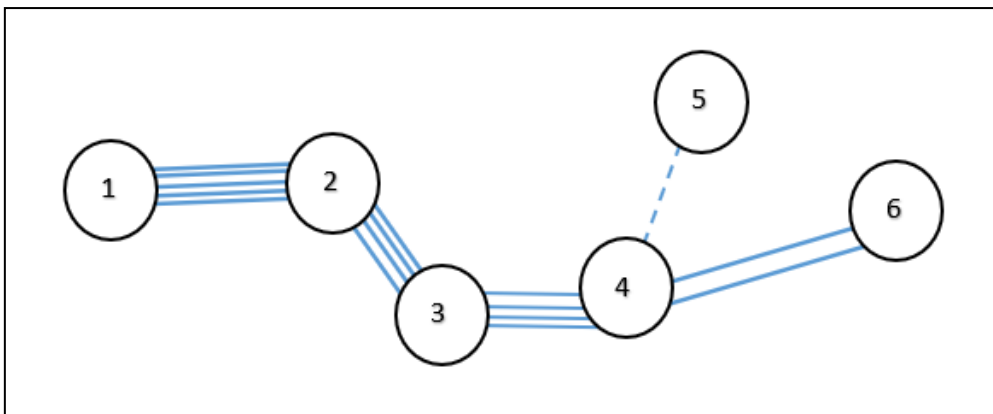


Figura 58. Diagrama de líneas planta 2

En base al diagrama de líneas y diagrama de relaciones, se presentan la propuesta de distribución de áreas:

1	2	3	6
	4	5	
7	9	8	

Figura 59. Distribución de áreas planta 1

1	2	4	5
	3	6	

Figura 60. Distribución de áreas planta 2

A continuación, se presentan la distribución actual de la empresa de acuerdo a los dos locales que se tienen.

En la figura 61 se encuentra la distribución del local 1 consideran el abrir nuevamente ambas puertas del almacén, considerar los pasadizos necesarios con el fin de permitir una correcta circulación. Además, que se considera el espacio dentro de la empresa para poder realizar el ensamblaje 2.

En la figura 62 se encuentra la distribución del local 2, se consideró la restricción que la soldadura no puede estar cerca de la pintura. La distribución final permite mantener un flujo constante de materiales dentro de ambas instalaciones.

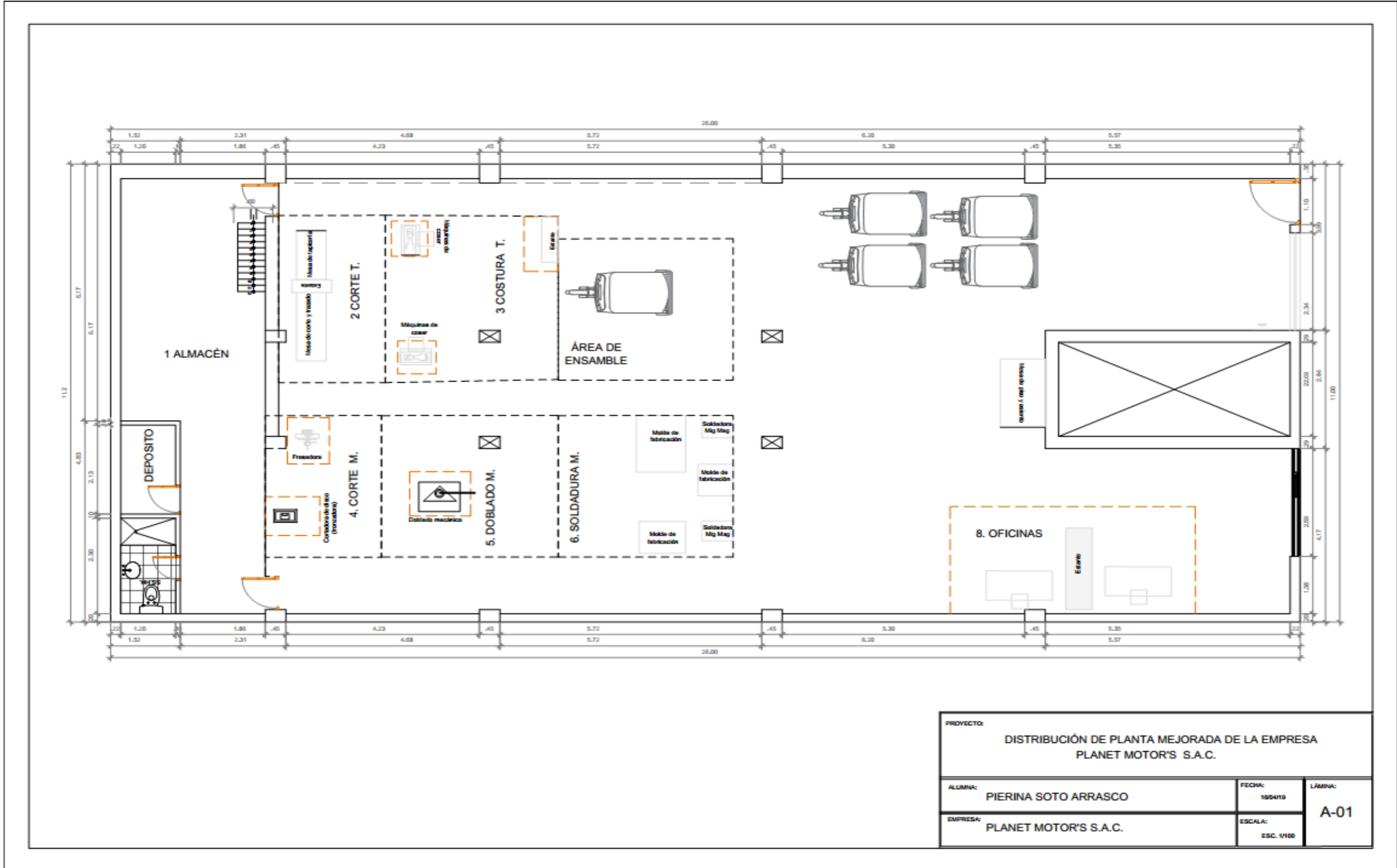
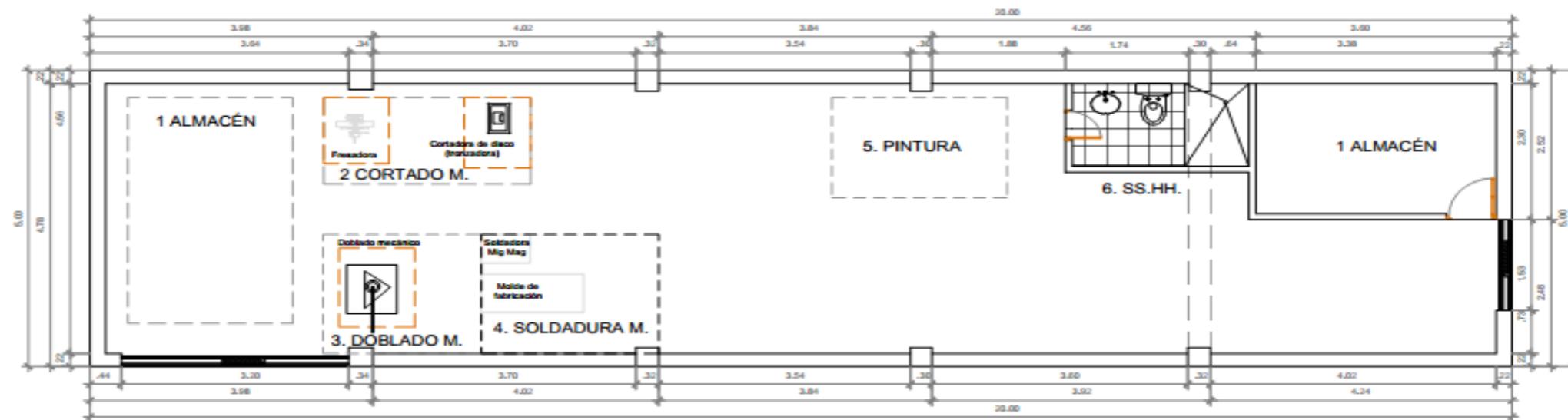


Figura 61. Distribución de planta mejorada Local 1



SEGUNDA PLANTA

PROYECTO: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA MEJORADA DE LA EMPRESA PLANET MOTOR'S S.A.C.		
ALUMNA: PIERINA SOTO ARRASCO	FECHA: 24/05/18	LÁMINA: A-2
EMPRESA: PLANET MOTOR'S S.A.C.	ESCALA: ESC. 1/75	

Figura 62. Distribución de planta mejorada Local 2

3.3.3. Estandarización de tiempos

Antes de realizar la estandarización de tiempos de todas las actividades, se omite el del cuello de botella debido a que este se calculó previamente. Para aplicar esta técnica se debe determinar una muestra de trabajo y previo a ello se debe realizar observaciones preliminares; todo ello fue determinado en el diagnóstico del proceso productivo. De los datos obtenidos se realizó el cálculo del tiempo promedio, es ahí donde se parte para el cálculo del tiempo estándar.

Primero se determina el factor de calificación, en ellos se encuentra la habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia y la suma de ellos más uno es valor final. Esta metodología es conocida como el Sistema de Westinghouse (anexo 2).

$$\text{Factor de calificación} = \text{habilidad} + \text{esfuerzo} + \text{condiciones} + \text{consistencia} + 1$$

En la siguiente tabla 79 se aprecia los factores de calificación para la elaboración de la estructura de techo y base; así para las demás piezas en las siguientes tablas.

Tabla 79. Factor de calificación de desempeño para techo y base

Pieza	Techo y base					
Descripción de la operación	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total	Factor calificación
Cortado de tubo de techo	0,03	0,02	0,02	-0,04	0,03	1,03
Espera doblado mecánico	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	1,01
Doblado mecánico de techo	-0,05	0,05	0,02	-0,04	-0,02	0,98
Soldadura 1 de techo	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	1,04
Soldadura 2	0,03	0,02	0,00	0,00	0,05	1,05
Cortado de tubo para base	0,03	0,02	0,02	-0,02	0,05	1,05
Espera doblado mecánico	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	1,01
Doblado mecánico base	-0,05	0,05	0,02	-0,04	-0,02	0,98
Soldadura 1 de la base	0,03	0,02	0,00	-0,04	0,01	1,01
Soldadura 2 de la base	0,02	0,02	0,00	-0,04	0,00	1,00
Pintura tercerizada	0,02	0,03	0,02	-0,02	0,05	1,05

Tabla 80. Factor de calificación para puertas delantera y posterior

Pieza	Puertas delantera y posterior					
Descripción de la operación	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total	Factor calificación
Cortado de tubo puerta delantera	0,01	0,02	0,02	0	0,05	1,05
Doblado mecánico de puerta delantera	0	0,02	0,02	0	0,04	1,04
Soldadura de puerta delantera	0,02	0,03	0,02	0,01	0,08	1,08
Cortado de tubo puerta posterior	0,01	0,02	0,02	0	0,05	1,05
Doblado mecánico puerta posterior	0	0,02	0,02	0	0,04	1,04
Soldadura de puerta posterior	0,03	0,03	0,02	0,01	0,09	1,09
Lavado de ambas puertas	0,03	0,02	0,02	0,02	0,09	1,09
Pintura de puertas	0,03	0,02	0,02	0,02	0,09	1,09
Transporte local 1	0,02	0,02	0,02	0,01	0,07	1,07

Tabla 81. Factor de calificación para tapiz de panorámico y cobertor completo

Pieza	Panorámico y cobertor completo					
Descripción de la operación	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total	Factor calificación
Trazada de cuero de panorámico	0,03	0,02	0,02	-0,02	0,050	1,05
Cortado de cuero de panorámico	0,03	0,02	0,02	-0,02	0,050	1,05
Costura de panorámico	0,03	0	-0,03	0,01	0,010	1,01
Trazado de cobertor completo	0,03	0,01	0,02	0,01	0,070	1,07

Tabla 82. Factor de calificación para piso y asiento

Pieza	Piso y asiento					
Descripción de la operación	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total	Factor calificación
Trazado	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	1,08
Cortado cuero triplay/espuma	0,02	0	0	0	0,02	1,02
Costura	0,02	0,02	0,02	0,01	0,07	1,07
Armado	0,02	0,02	0,02	0,01	0,07	1,07

Tabla 83. Factor de calificación para Trimoto planet

Pieza	Trimoto completa					
Descripción de la operación	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total	Factor calificación
Ensamble 1 tercerizado	0,03	0,03	-0,03	-0,02	0,01	1,01
Ensamble 2	0,03	0,02	-0,07	-0,02	-0,04	0,96
Transporte almacén de producto terminado	0,02	0,01	0,02	0	0,05	1,05

Para poder determinar el tiempo normal presente en el proceso producto se empleó el tiempo promedio y factor de calificación determinado anteriormente. Se aprecia en la siguiente formula:

$$\text{Tiempo normal} = \text{Factor de calificación} \times \text{tiempo promedio}$$

Se aplicó el siguiente producto para cada pieza que se elabora en la empresa como se muestra en las siguientes tablas 84,85, 86,87 y 88.

Tabla 84. Tiempo normal del techo y base

Pieza	Techo y base		
Descripción de la operación	Factor de calificación	Tiempo promedio	Tiempo NORMAL
Cortado de tubo de techo	1,03	2,54	2,61
Espera doblado mecánico	1,01	5,69	5,75
Doblado mecánico de techo	0,98	6,21	6,08
Soldadura 1 de techo	1,04	15,72	16,35
Soldadura 2	1,05	17,09	17,94
Cortado de tubo para base	1,05	11,30	11,87
Espera doblado mecánico	1,01	5,84	5,90
Doblado mecánico base	0,98	61,94	60,70
Soldadura 1 de la base	1,01	15,24	15,39
Soldadura 2 de la base	1,00	38,02	38,02
Pintura tercerizada	1,05	51,58	54,16

Tabla 85. Tiempo normal de par de puerta delantera y par de puerta posterior

Pieza	Estructura de puerta delantera y posterior		
Descripción de la operación	Factor de calificación	Tiempo promedio	Tiempo NORMAL
Cortado de tubo puerta delantera	1,05	11,10	11,66
Doblado mecánico de puerta delantera	1,04	18,60	19,34
Soldadura de puerta delantera	1,08	11,49	12,41
Cortado de tubo puerta posterior	1,05	8,23	8,65
Doblado mecánico puerta posterior	1,04	18,38	19,12
Soldadura de puerta posterior	1,09	20,39	22,23
Lavado de ambas puertas	1,09	15,57	16,97
Pintura de puertas	1,09	18,28	19,93
Transporte local 1	1,07	3,47	3,71

Tabla 86. Tiempo normal de tapiz de panorámico y cobertor completo

Pieza	Tapiz de panorámico y cobertor completo		
Descripción de la operación	Factor de calificación	Tiempo promedio	Tiempo NORMAL
Trazada de cuero de panorámico	1,05	4,63	4,86
Cortado de cuero de panorámico	1,05	2,84	2,98
Costura de panorámico	1,01	23,25	23,48
Trazado de cobertor completo	1,07	9,88	10,57

Tabla 87. Tiempo normal del piso y asiento

Pieza	Piso y asiento		
Descripción de la operación	Factor de calificación	Tiempo promedio	Tiempo NORMAL
Trazado	1,08	2,50	2,70
Cortado cuero triplay y espuma	1,02	6,81	6,95
Costura	1,07	8,51	9,11
Armado	1,07	5,04	5,39

Tabla 88. Tiempo normal de Mototaxi completa

Pieza	Mototaxi completa		
Descripción de la operación	Factor de calificación	Tiempo promedio	Tiempo NORMAL
Ensamble 1 tercerizado	1,01	23,30	23,53
Ensamble 2	0,96	48,43	46,50
Transporte almacén de producto terminado	1,05	2,70	2,84

A partir del cálculo del tiempo normal es necesario añadirle un porcentaje de suplementos (tabla 89) donde se considera los aspectos como fatigas, necesidades personales, energía muscular, trabajar de pie, etc. La determinación de los suplementos se especifica en las siguientes tablas.

Tabla 89. Leyenda de los suplementos

NP	Necesidades personales
F	Fatiga
TP	Trabajar de pie
PA	Postura anormal
M	Monotonía
EM	Energía muscular
MI	Mala iluminación
CI	Condiciones atmosféricas
R	Ruido

Se procede a calcular los suplementos en las siguientes tablas para cada producto.

Tabla 90. Suplementos para el techo y base

Pieza	Techo y base										
	Suplementos										
	Descripción de la operación	Constantes					Variables				
NP		F	TP	PA	EM	MI	CI	R	M		
Cortado de tubo de techo	1	1	1	0	0	0	2	2	1	8	
Espera doblado mecánico	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Doblado mecánico de techo	1	2	3	0	0	0	0	0	1	7	
Soldadura 1 de techo	1	1	2	2	0	1	1	2	1	11	
Soldadura 2	1	2	2	2	0	1	1	2	1	12	
Cortado de tubo para base	1	1	1	0	0	0	2	2	1	8	
Espera doblado mecánico	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Doblado mecánico base	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4	
Soldadura 1 de la base	1	1	2	2	0	1	1	2	1	11	
Soldadura 2 de la base	1	2	2	2	0	1	1	2	1	12	
Pintura tercerizada	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4	

Tabla 91. Suplementos de par de puerta delantera y par de puerta posterior

Pieza	Estructura de puerta delantera y posterior									
	Suplementos									
Descripción de la operación	Constantes			Variables						Total
	NP	F	TP	PA	EM	MI	CI	R	M	
Cortado de tubo puerta delantera	1	1	1	0	0	0	0	1	1	5
Doblado mecánico de puerta delantera	1	1	1	0	1	0	1	0	1	6
Soldadura de puerta delantera	1	1	1	0	0	0	1	1	1	6
Cortado de tubo puerta posterior	1	1	1	0	0	0	0	1	1	5
Doblado mecánico puerta posterior	1	1	1	1	1	0	1	0	1	7
Soldadura de puerta posterior	1	1	1	1	0	0	0	1	1	6
Lavado de ambas puertas	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4
Pintura de puertas	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4
Transporte local 1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4

Tabla 92. Suplementos de tapiz de panorámico y cobertor completo

Pieza	Tapiz de panorámico y cobertor completo									
	Suplementos									
Descripción de la operación	Constantes			Variables						Total
	NP	F	TP	PA	EM	MI	CI	R	M	
Trazada de cuero de panorámico	1	1	1	1	0	0	1	0	1	6
Cortado de cuero de panorámico	1	1	1	1	0	0	1	0	1	6
Costura de panorámico	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8
Trazado de cobertor completo	1	1	1	1	0	0	1	0	0	5
Cortado cuero de cuero para cobertor c.	1	1	1	1	0	0	1	0	0	5

Tabla 93. Suplementos de piso y asiento

Pieza	Piso y asiento									
	Suplementos									
Descripción de la operación	Constantes			Variables						Total
	NP	F	TP	PA	EM	MI	CI	R	M	
Trazado	1	1	1	2	0	0	0	0	1	6
Cortado cuero triplay y espuma	1	1	1	2	0	0	0	0	1	6
Costura	1	0	1	1	0	2	2	2	1	10
Armado	1	1	1	2	0	2	2	2	1	12

Tabla 94. Suplementos de Ensamble

Pieza	Mototaxi Planet									
	Suplementos									
	Descripción de la operación	Constantes				Variables				Total
NP		F	TP	PA	EM	MI	CI	R	M	
Ensamble 1 tercerizado	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4
Ensamble 2	1	2	3	2	0	2	2	2	4	18
Transporte almacén de producto terminado	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4

Para obtener el tiempo estándar se procede a efectuar el producto de los suplementos con el tiempo normal estimados previamente. A fin de tener una referencia del tiempo que puede emplearse en cada operación es que se ha considerado las que son ejecutadas en empresas externas.

Tabla 95. Cálculo tiempo estándar del techo y base

Pieza	Techo y base		
Descripción de la operación	Tiempo NORMAL	Suplementos	Tiempo Estándar
Cortado de tubo de techo	2,61	8 %	2,82
Espera doblado mecánico	5,75	1 %	5,80
Doblado mecánico de techo	6,08	7 %	6,51
Soldadura 1 de techo	16,35	11 %	18,14
Soldadura 2	17,94	12 %	20,09
Cortado de tubo para base	11,87	8 %	12,82
Espera doblado mecánico	5,90	1 %	5,96
Doblado mecánico base	60,70	4 %	63,13
Soldadura 1 de la base	15,39	11 %	17,08
Soldadura 2 de la base	38,02	12 %	42,58
Pintura tercerizada	54,16	4 %	56,33

Tabla 96. Cálculo del tiempo estándar de estructura de puertas

Pieza	Estructura de puerta delantera y posterior		
Descripción de la operación	Tiempo NORMAL	Suplementos	Tiempo Estándar
Cortado de tubo puerta delantera	11,66	5%	12,24
Doblado mecánico de puerta delantera	19,34	6%	20,50
Soldadura de puerta delantera	12,41	6%	13,15
Cortado de tubo puerta posterior	8,65	5%	9,08
Doblado mecánico puerta posterior	19,12	7%	20,45
Soldadura de puerta posterior	22,23	6%	23,56
Lavado de ambas puertas	16,97	4%	17,65
Pintura de puertas	19,93	4%	20,72
Transporte local 1	3,71	4%	3,86

Tabla 97. Cálculo de tiempo estándar de tapiz

Pieza	Tapiz de panorámico y cobertor completo		
Descripción de la operación	Tiempo NORMAL	Suplementos	Tiempo Estándar
Trazada de cuero de panorámico	4,86	6%	5,15
Cortado de cuero de panorámico	2,98	6%	3,16
Costura de panorámico	23,48	8%	25,36
Trazado de cobertor completo	10,57	5%	11,10
Cortado cuero de cuero para cobertor c.	9,42	5%	9,90

Tabla 98. Cálculo de tiempo estándar de piso y asiento

Pieza	Piso y asiento		
Descripción de la operación	Tiempo NORMAL	Suplementos	Tiempo Estándar
Trazado	2,70	6%	2,87
Cortado cuero triplay y espuma	6,95	6%	7,36
Costura	9,11	10%	10,02
Armado	5,39	12%	6,04

Tabla 99. Cálculo del tiempo estándar de ensamble

Pieza	Mototaxi Planet		
Descripción de la operación	Tiempo NORMAL	Suplementos	Tiempo Estándar
Ensamble 1 tercerizado	23,53	4%	24,48
Ensamble 2	46,50	18%	54,87
Transporte almacén de producto terminado	2,84	4%	2,95

En conclusión, se tiene que el tiempo estándar que se requiere para elaborar un mototaxi planet es de 626,28 minutos que equivale a 10,43 horas. Siendo la estación costura de 70,55 min.

A continuación, se procede a colocar el nuevo diagrama de análisis del proceso luego de mejora, diagrama de operaciones de proceso con el tiempo estándar.

Para demostrar la mejora del proceso productivo es necesario realizar el diagrama de análisis del proceso con los tiempos promedio (figura 64), con el fin de comparar los indicadores. Existen actividades que no lograron reducirse a un 100% ya que son necesarias en el proceso, estas son los transportes entre ambos locales, las operaciones tercerizadas y las demoras presentadas en la producción de base y techo, producto del cambio de matrices para ello se debería enfocar otra investigación en ello. El cuello de botella a través del estudio anterior ahora se emplearía 66,60 min

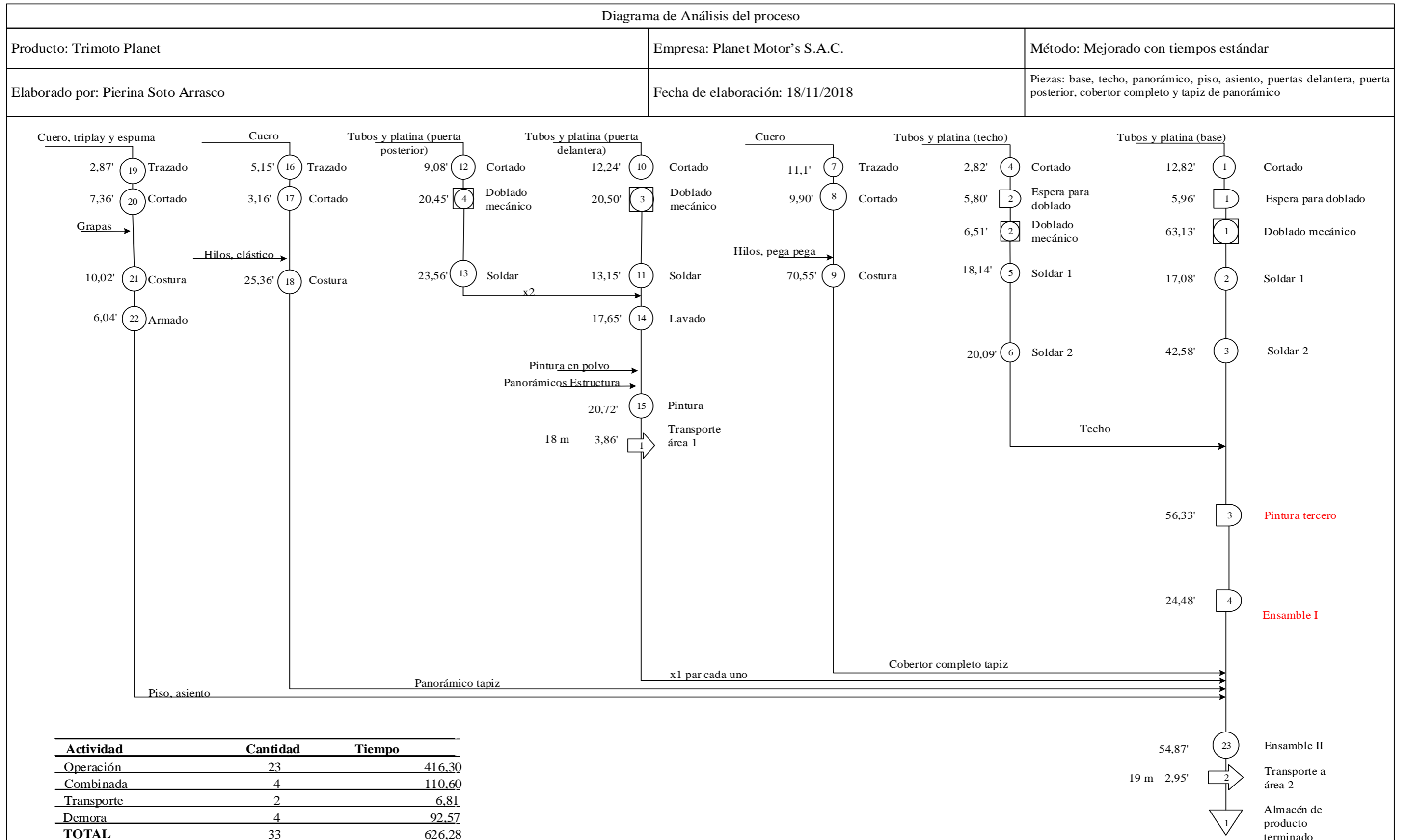


Figura 63. Diagrama de análisis del proceso mejorado

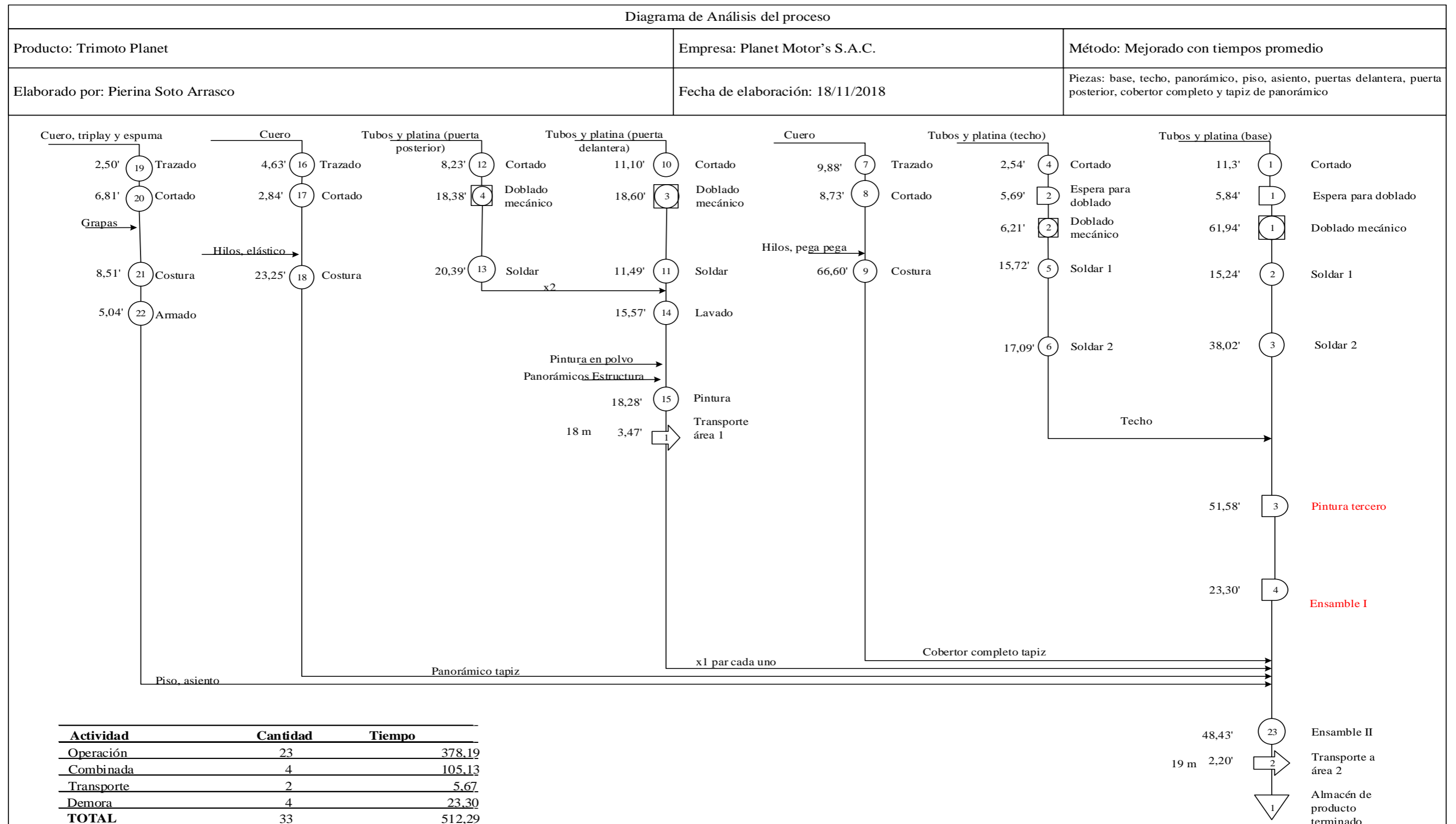


Figura 64. Diagrama de operaciones de proceso mejorado

Luego de la elaboración del diagrama de análisis del proceso, se procede a elaborar el diagrama de recorrido plasmado en la nueva distribución de la planta. En este caso se encuentra una operación alfa que es la continuación del proceso.

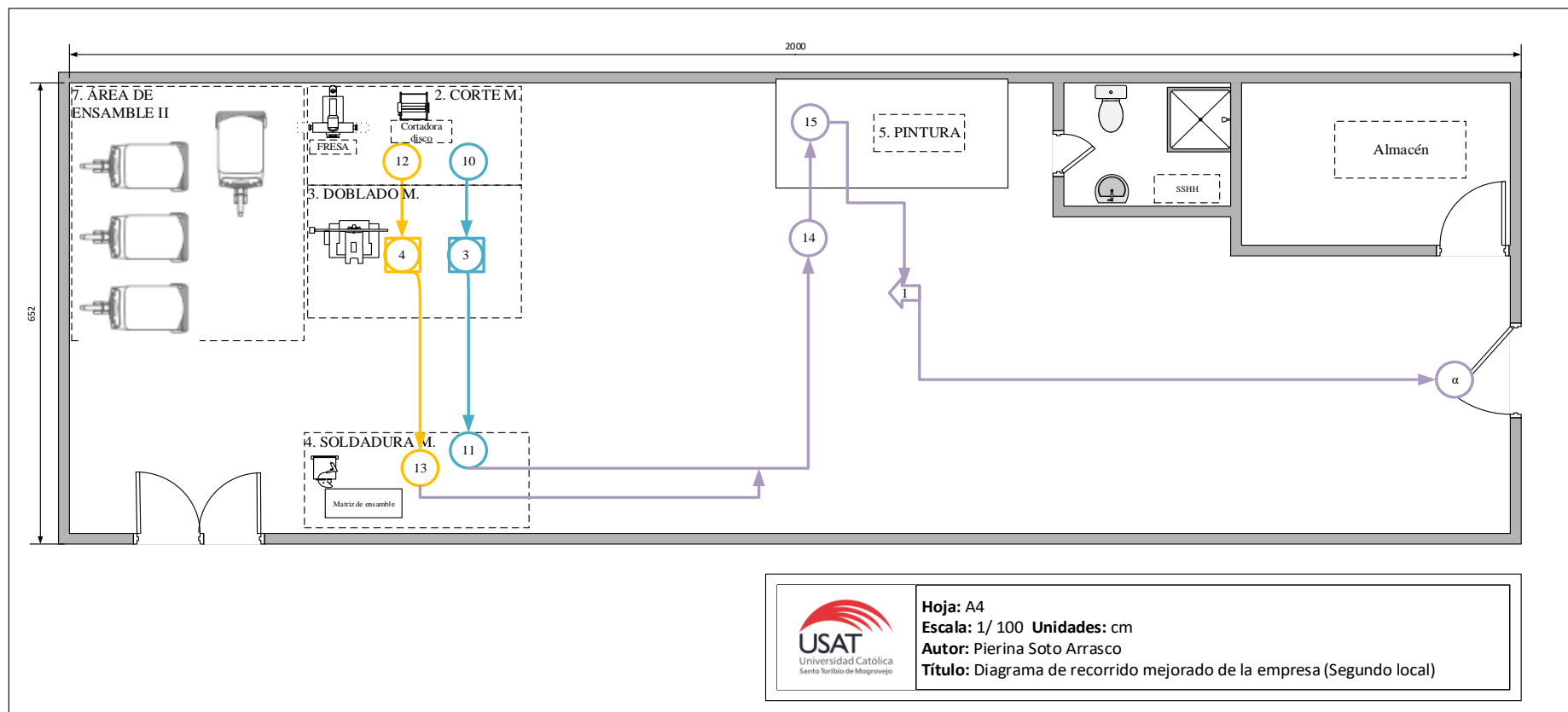


Figura 65. Diagrama de recorrido después de la mejora propuesta local 2

3.3.4. Nuevos indicadores

Se procedió a calcular los indicadores de la situación actual de la empresa.

a. Ciclo

En base a los diagramas de operaciones presentados anteriormente, el ciclo se da en la etapa de tapicería con un tiempo de 60,66 minutos para un lote de 1 unidad.

$$Ciclo = 60,66 \text{ min/unidad}$$

$$Ciclo = 1,01 \text{ h/unidad}$$

b. Producción

La fórmula para calcular la producción de motos es:

$$Producción \text{ de mototaxis} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}}$$

En total se tiene un tiempo base mensual de 234 horas, considerando 9 horas diarias con un total de 26 días al mes.

$$Producción \text{ de mototaxis} = \frac{234 \frac{h}{mes}}{1,01h/unidad}$$

$$Producción \text{ teórica de mototaxis} = 231 \frac{unidades}{mes}$$

$$Producción \text{ teórica de mototaxis} = 2564 \frac{unidades}{año}$$

c. Capacidad real

La capacidad real futura o mejorada viene determinada por la cantidad mototaxis que la empresa, con la mejora realizada, podrá producir de acorde a la demanda solicitada de unidades por parte del mercado. Por lo tanto, se procedió a realizar un modelo de pronóstico, tomando como línea base, la cantidad vendida en el año 2018.

El método de pronóstico utilizado fue el de suavización exponencial doble, debido a que trabaja con la tendencia y la historia de los datos, utilizando dos constantes (alfa y beta). Además de ello, el error obtenido (MAPE), fue del 2,15%, un error mínimo de acorde a la teoría establecida (menos del 20%).

Luego del pronóstico (el cual se presenta en el anexo 03), se determinó que la capacidad real de la empresa será de 1974 unidades.

$$\text{Capacidad real} = 1974 \text{ unidades/año}$$

d. Eficiencia de planta

La eficiencia viene dada por la siguiente fórmula. La eficiencia de la planta después de la mejora es de 76,98%.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad efectiva (Producción teórica)}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{1974 \frac{\text{und}}{\text{año}}}{2564 \frac{\text{und}}{\text{año}}}$$

$$\text{Eficiencia} = 0,7698 = 76,98\%$$

e. Productividad de mano de obra

Se calculó la productividad de mano de obra considerando los 13 operarios involucrados en el área de producción.

$$\text{Producción de mototaxis} = \frac{1974 \frac{\text{unid}}{\text{año}}}{13 \text{ operarios}}$$

$$\text{Producción de mototaxis} = 151,84 \text{ unid/año} * \text{operario}$$

La productividad de mano de promedio durante el período evaluado fue de 151 unidades al año por operario.

f. Nivel de servicio

En base a la proyección de la demanda presente en el anexo 3 se muestra la demanda máxima en toda la proyección de la demanda es de 1974 mototaxis, cantidad que sí podrá ser abordada debido a la capacidad con la mejora es de 2564 unidades, por lo que se tendrá un 100% de nivel de servicio.

g. Resumen de indicadores

En la siguiente tabla se presenta el resumen de indicadores. Se realiza la comparación de los indicadores calculados con la mejora de proceso productivo.

Tabla 100. Cuadro resumen de indicadores

Nombre de indicador	Antes de la propuesta	Nuevos indicadores	Porcentaje de mejora
Actividades productivas	73,54%	94,35%	21,35%
Actividades improductivas	26,46%	5,66%	20,34%
Ciclo (min) (Tapicería)	89,1	60,66	31,91%
Ciclo (h) (Tapicería)	1,49	1,01	32,21 %
Producción teórica diaria (und/ h)	6,06	8,90	46,86 %
Producción teórica anual (und/mes)	1 745	2 564	46,93%
Producción real anual (und/ mes)	582	1974	
Eficiencia	33,34 %	76,98 %	
Demanda máxima anual (und)	843	1974	
Nivel de servicio actual	69,1 %	100%	30,9 %
Pedidos no atendidos anual	261	0	
Trabajadores	13	13	
Productividad de mano de obra mensual (und /trab. anual)	44,76	151,84	86,38%
Pérdidas económicas anuales	S/. 448 149,1	0	
Personal capacitado	0 %	100%	

3.4.Evaluación costo beneficio

3.4.1. Beneficio de la propuesta

El beneficio de la propuesta se calcula a partir de la variación de la producción es decir la producción antes y después de la mejora. Para determinar la variación se procede a proyectar la producción antes de la mejora, esta se encuentra en la tabla 28. En el anexo 4 y 5 se encuentra el resultado de la suavización exponencial doble, tiene un MAPE de 3,34 %. De esta manera se logra suavizar la producción antes de la mejora, respetando la tendencia y datos históricos.

En la proyección después de la mejora se realiza mediante el método de suavización exponencial. El método es válido debido a que el MAPE (error de pronóstico) obtenido fue de 2,15 % (el método de suavización exponencial doble es válido ya que un error menor a un 20% tiene siempre mayor posibilidad de acertar a una demanda futura). De esta manera, se logra suavizar la demanda, respetando la tendencia e histórico de los datos establecidos (Anexo 6 y 7).

Tabla 101. Incremento de unidades

Año	Producción sin mejora	Nueva producción	Incremento de unidades
2018	582	844	262
2019	744	1216	472
2020	860	1398	538
2021	936	1542	606
2022	1008	1686	678
2023	1080	1830	750
2024	1152	1974	822

La demanda máxima en toda la proyección de la demanda es de 1152 mototaxis, cantidad que sí podrá ser abordada debido a la capacidad con la mejora es de 2 564 unidades, por lo que se tendrá un 100% de nivel de servicio. En base a la proyección de la demanda se determinará el beneficio que percibirá la empresa en ese periodo de tiempo, pero para establecer los ingresos es en base a la diferencia de lo producido antes de la mejora y luego de esta. Se aprecia en la siguiente tabla 102.

Tabla 102. Utilidades en los años proyectados

Año	Demanda	Ingresos por venta de productos (soles)
2020	538	S/2 313 400
2021	606	S/2 605 800
2022	678	S/2 915 400
2023	750	S/3 225 000
2024	822	S/3 534 600
TOTAL		S/ 14 594 200

3.4.2. Egresos de la propuesta

El costo de producción por unidad es de S/. 2 769 nuevos soles, como se quiere conocer los costos por el periodo de 5 años, se multiplicarán por la demanda estimada en unidades.

Tabla 103. Costo de producción en 5 años

Año	Demanda	Costos de producción (soles)
2020	538	S/ 1 489 722
2021	606	S/ 1 678 014
2022	678	S/ 1 877 382
2023	750	S/ 2 076 750
2024	822	S/ 2 276 118
TOTAL		S/ 9 397 986

En la tabla 104 y 105 se muestra los costos de la inversión que serán considerados dentro de los costos como la inversión no es considerable, se asume como un costo en el primer año del flujo de caja. Las capacitaciones serán realizadas por el encargado del proyecto al igual que el apoyo para la distribución de planta. Además, remuneración se encuentra dentro de lo aceptado ya que solo será su trabajo dentro de las horas programadas.

Tabla 104. Costos de inversión de la capacitación

Descripción	Cantidad	Costo	Inv. Total
Capacitaciones	1	S/ 1 060	S/1 060
Capacitaciones			S/1 060

Tabla 105. Costo de inversión de la distribución de planta

Descripción	Cantidad	Costo	Inv. Total
Productos que dejo de vender	60	S/2 769	S/166 140
Encargado de la distribución	1	S/ 850	S/. 850
<i>Distribución de planta</i>			S/166 990

Para realizar el análisis de beneficio- costo se debe cotizar los materiales a implementar, para ello se recurrió a las empresas Leoncito, Promart Homecenter y ExMAC. Las cotizaciones se encuentran en el anexo8.

Tabla 106. Mobiliario por implementar

Proveedor	Ítem	Costo por unidad (soles)	Cantidad (unid)	Total (soles)
ExMac	Base regulable importada	S/280	2	S/560
S.R.L.	Mantenimiento de máquina de coser	S/50	2	S/100
	Tablero postformado blanco	S/400	2	S/800
Leoncito	Mueble cajonero móviles	S/350	2	S/700
Promart	Silla ergonómica	S/150	2	S/300
Homecenter	Canastilla grande	S/7	6	S/41
<i>Total, inversión tangible</i>				S/2 501,4

* Los precios incluyen IGV. Moneda: sol

En base a la proyección y a las propuestas planteadas, se procedió a realizar el flujo de caja.

Tabla 107. Costo beneficio de la propuesta

BENEFICIOS	Unidad	2019 (Año 0)	2020	2021	2022	2023	2024
Producción	Unid		538	606	678	750	822
Nivel de servicio	%		100%	100%	100%	100%	100%
Precio de Venta	Soles	S/	4 300	S/ 4 300	S/ 4,300	S/ 4 300	S/ 4 300
Ventas proyectadas	Soles	S/	2 313 400	S/ 2 605 800	S/ 2 915 400	S/ 3 225 000	S/ 3 534 600
Total Beneficios		S/. 0	S/. 2 313 400	S/. 2 605 800	S/. 2 915 400	S/. 3 225 000	S/. 3 534 600
COSTOS							
Costo de mototaxi	Soles		S/. 2 769	S/. 2 769	S/. 2 769	S/. 2 769	S/. 2 769
Costos totales	Soles		S/. 1 489 722	S/. 1 678 014	S/. 1 877 382	S/. 2 076 750	S/. 2 276 118
Diseño de puestos de trabajo	Soles		S/. 2 501,4				
Cálculo de tiempo estándar	Soles		S/. 0				
Distribución de planta	Soles		S/. 166 990				
Capacitación a personal	Soles		S/. 1 060			S/. 1 060	
Total Costos			S/. 1 663 042,40	S/. 1 680 783	S/. 1 880 151	S/. 2 080 579	S/. 2 278 887
UTILIDAD BRUTA			S/. 650 357,60	S/. 925 017	S/. 1 035 249	S/. 1 144 421	S/. 1 255 713
Depreciación			S/. 125,07	S/. 125,07	S/. 125,07	S/. 125,07	S/. 125,07
Utilidad antes de impuestos			S/. 650 232,53	S/. 924 891,93	S/. 1 035 123,93	S/. 1 144 295,93	S/. 1 255 587,93
Impuestos			S/. 195 069,76	S/. 277 467,58	S/. 310 537,18	S/. 343 288,78	S/. 376 676,38
Utilidad después de impuestos			S/. 455 162,77	S/. 647 424,35	S/. 724 586,75	S/. 801 077,15	S/. 878 911,55
Suma de depreciación			S/. 125,07	S/. 125,07	S/. 125,07	S/. 125,07	S/. 125,07
UTILIDAD NETA		S/. 0.00	S/ 455 287,84	S/ 647 549,42	S/ 724 711,82	S/ 801 132,22	S/ 879 036,62

El beneficio costo se calcula mediante la relación de los ingresos totales en el periodo determinado y total de egresos.

$$\textit{Beneficio} - \textit{costo} = \frac{\textit{Ingresos}}{\textit{Egresos}}$$

$$\textit{Beneficio} - \textit{costo} = \frac{S/. 14 594 200}{S/. 9 583 442,40}$$

$$\textit{Beneficio} - \textit{costo} = 1,52$$

Se obtuvo que el costo beneficio de la propuesta es de 1,52 esto significa que por cada sol invertido la empresa gana 52 céntimos de sol. Además, que la inversión total es de 170 551,4 soles que son asumidas el primer año de los cinco analizados.

IV. CONCLUSIONES

1. En base a la propuesta de mejora del proceso productivo presentada se elevó el proceso productivo del 69,1% al 100%, logrando satisfacer todos los pedidos. El incremento del nivel de servicio es de 30,9%.

2. Se diagnosticó que la empresa presenta un nivel de servicio de 69,1% debido a las siguientes causas: proceso no estandarización, tiempos improductivos, inadecuado ambiente de trabajo y por último falta de capacitación. Todas estas causas llevaron a un impacto económico de S/. 448 149,10. Así mismo se identificó que la operación cuello de botella era la costura del cobertor completo con un tiempo de 89,1min.

3. Para eliminar las causas comentada anteriormente y elevar el nivel de servicio al 100% se procedió a elaborar las siguientes propuestas: diseñar el puesto de trabajo en la operación cuello de botella, para ello se elaboró el procedimiento de acuerdo a las operaciones, también se propuso un nuevo mobiliario que cumpla con las condiciones ergonómicas con el fin de evitar las fatigas, por último, los diagramas bimanuales. Para la distribución de planta, se elaboró para cada local de la empresa para ello primero se realizó método de Guerchet y SLP; estandarización del proceso productivo para todas las actividades realizadas a lo largo del proceso productivo y una capacitación de acuerdo a las necesidades de la empresa (orden y limpieza, seguridad en el trabajo y las pausas activas).

4. La propuesta demostró ser rentable y viable debido a que se obtuvo un indicador de costo beneficio de 1,52 es decir que por cada sol invertido se obtiene 52 céntimos de sol. Además de ser una inversión de 170 551,4 soles que pueden ser asumidos el primer año. La propuesta logró que con el incremento de la producción la empresa pueda percibir 14 594 200 nuevos soles.

V. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para futuras investigaciones se realice un estudio de ergonomía en las áreas de metalmecánica, ya muchas de las actividades se realizan de manera manual y para la creación de esas estaciones de trabajo no se consideró un diseño del puesto. Además de que estas actividades son monótonas y repetitivas que pueden traer lesiones musculoesqueléticas, así como posturas forzadas sobre todo en la soldadura.

2. Se recomienda que se realice un estudio de riesgos y los peligros que están expuestos los trabajadores, por los ruidos presentes y manipulación de herramientas punzo cortantes a lo largo de la jornada laboral.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. S. C. P. A. Rodríguez, *La Motocicleta en América Latina: Caracterización de su uso e impactos en la movilidad de cinco ciudades de la región*, Bogotá: CAF, 2015.
- [2] INEI, «Instituto nacional de estadísticas e informática,» INEI, diciembre 2017. [En línea]. [Último acceso: enero 2018].
- [3] Asociación, «Asociación Automotriz del Perú,» Diciembre 2017. [En línea]. Available: http://aap.org.pe/estadisticas/ventas_inmatriculaciones_vehiculos_nuevos/inm-2017/.2017.. [Último acceso: Octubre 2018].
- [4] Sociedad, «Sociedad nacional de industria,» Boletín estadístico, Diciembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2018/01/Reporte-Estad%C3%ADstico-Ene-2018.pdf>. [Último acceso: Enero 2018].
- [5] Ashish, Sachin Sandeep and Rajesh, «"Productivity improvement in assembly line of automobile industry by reducing cycle time of operations",» *IJERT*, vol. VOL. 5, n° N°5, pp. 28-30, 2016.
- [6] A. V. Sachin S., «"Increasing Productivity by reducing cycle time in assembly line of an automotive industry using work study techniques",» *IJMET*, vol. vol. 5, n° n° 5, 2016.
- [7] M. y. Illada, «"Heurística para el balance de líneas de ensamble con consideraciones ergonómicas",» *Ingeniería industrial, Universidad de Bio-Bio*, vol. vol. 1, n° n°1, pp. 23-25, 2015.
- [8] e. a. V. Vargas, «"Lean Manufacturing: ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?",» *Ingeniería industrial, Actualidad y nuevas tendencias*, vol. vol V., n° n°17, 2016.
- [9] L. Cuatrecasas, *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible*, España: Profit Editorial, 2013.
- [10] Y. Contreras y A. González, «"Determinantes de la decisión de los mototaxistas en Cartagena infringir la medida de pico y placa",» *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, vol. vol. XXII, n° n° 1, pp. 35-47, 2014.
- [11] J. V. S. Schalit, «<https://www.lokad.com/>,» LOKAD, Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio>. [Último acceso: octubre 2018].
- [12] R. C. Rojas, *Diseño y control de producción I*, Trujillo, Perú: Editorial Libertad E.I.R.L, 1996.
- [13] V. Gervasi, *Apuntes de estudio: Ingeniería industrial*, Perú: USAT, 2012.
- [14] J. A. Y. Torres, *Organización de plantas industriales, apuntes de estudio*, Perú: USAT, 2007.
- [15] N. B. Y. Freivalds., *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*, México: Mc Graw Hill, 2014.
- [16] A.Caso, *Técnicas de medición del trabajo*, Madrid: FC Editorial, 2006.
- [17] K. G., *Introducción al estudio del trabajo*, Ginebra: Oficina internacional del trabajo, 1992.

- [18] M. Stellman, *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, Ginebra: Oficina Internacional del trabajo, 1998.
- [19] C. I., *Administración de recursos humanos: El capital humano de las organizaciones*, México D.F.: Mc Graw- Hill, 2007.
- [20] D. e. a. B., *Disposición de Planda Perú*, Perú: Fondo editorial, 2014.
- [21] V. J., *Organización de la producción: Distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos.*, Madrid: Ediciones Pirámide, 2007.
- [22] K. S., *Diseño de sistemas de trabajo*, Limusa: Noriega editores, 2001.
- [23] P. L., *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos.*, Colombia: Ecoe Ediciones, 2009.
- [24] G. RENAPRA, *Portafolio educativo en temas clave de control de la inocuidad de alimentos*, Panamá: Organización Panamericana de la Salud, 2017.
- [25] C. D., *Sistema nacional de garantía juvenil, Plan de capacitación*, España: Ministerio de empleo y seguridad social, 2010.
- [26] H. e. a. C., *Contabilidad de costos, un enfoque gerencial*, Colombia: Pearson Education, 2007.
- [27] B. Company, «Brother Innov-ís 80: Manual de instrucciones,» Brother Company, EE.UU., 2006.
- [28] O. D. o. t. S. a. E. Management, «La costura y procedimientos relacionados: Ergonomía,» OSHA, Washington,DC, 2000.
- [29] W. W. y. A. Watanapa, «Improvement Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) for increased productivity,» *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, vol. 4, n° n° 12, 2010.
- [30] G. R., *Estudio de trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo.*, México: Mc Graw Hill, 2005.
- [31] M. E., *Diseño de instalaciones de Manufactura y manejo de materiales*, México: Pearson Education, 2006.
- [32] A. Singh y E. Yadav, «Improvement in Porcess Industries by using Work Study Methods: a case study,» *International Journal of Engineering and Technical Research*, vol. VII, n° 3, pp. 2-26, 2016.
- [33] K. Kroemer, *Coupling the Hand with the Handle: An improved Notation of touch, Grip and Grasp*, Alemania: Human Factors , 1986.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Observaciones preliminares de tiempo en minutos

Tabla 108. Observaciones preliminares producción techo y base

Observaciones Preliminares		Local		Fabricación			
		1	Área:	carrocería			
Empresa:	Planet Motor's S.A.C.						Setiembre
Pieza	Techo y base						Pierina Soto Arrasco
N°	Descripción de la operación	Tiempo (min)					Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	
1	Cortado de tubo de techo	2,24	2,35	2,38	3,01	2,19	2,43
2	Preparación de máquina de techo	6,27	5,47	5,35	5,38	5,25	5,54
3	Doblado mecánico de techo	6,25	6,14	6,38	6,09	6,29	6,23
4	Espera para soldadura de techo	4,17	3,48	4,05	4,39	4,24	4,07
5	Soldadura 1 de techo	14,38	15,17	17,09	16,34	16,32	15,86
6	Espera para soldadura 2	5,21	5,18	4,58	5,12	5,1	5,04
7	Soldadura 2	18,5	17,19	18,02	17,48	17,39	17,72
8	Cortado de tubo para base	11,42	12,31	11,01	11,47	11,44	11,53
9	Preparación de máquina doblado base	6,02	6,25	5,35	6,34	6,08	6,01
10	Doblado mecánico base	59,48	62,17	61,28	64,38	61,48	61,76
11	Transporte matriz base	0,37	0,25	0,41	0,38	0,55	0,39
12	Espera para soldadura base	8,45	9,15	7,45	8,34	8,37	8,35
13	Soldadura 1 de la base	16,41	15,55	16,54	16,15	16	16,13
14	Espera para soldadura 2 de la base	4,28	4,2	4,49	5,01	4,57	4,51
15	Soldadura 2 de la base	37,51	34,31	30,29	36,35	40,29	35,75
16	Traslado a otra empresa	47,51	53,68	51,2	57,28	49,23	51,78
Total		248,47	252,85	245,87	263,51	254,79	253,10

Tabla 109. Observaciones preliminares de la producción de 2 pares de puertas

Observaciones Preliminares		Local 2	Área:	Fabricación carrocería			
Empresa:	Planet Motor's		Fecha:	Setiembre			
Pieza	Puerta delantera y puerta posterior		Analista:	Pierina Soto Arrasco			
		Tiempo (min)					
N°	Descripción de la operación						Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	
1	Cortado de tubo puerta delantera	10,42	10,51	9,47	11,31	11,57	10,66
2	Demora para el doblado puerta delantera	9,25	9,12	9,22	9,13	9,51	9,25
3	Doblado mecánico de puerta delantera	18,37	19,12	19,1	18,42	19,24	18,85
4	Soldadura de puerta delantera	13,14	12,4	12,4	12,11	13,12	12,63
5	Cortado de tubo puerta posterior	8,51	8,21	9,03	8,32	8,32	8,48
6	Preparación de máquina para el Doblado puerta posterior	4,52	4,49	5,24	4,45	5,19	4,78
7	Doblado mecánico puerta posterior	18,24	18,2	18,2	18,29	19,06	18,40
8	Soldadura de puerta posterior	26,02	26,08	25,54	26,1	25,59	25,87
9	Lavado de ambas puertas	15,34	15,36	15,48	15,57	15,59	15,47
10	Espera para pintado de puertas y panorámicos	24,1	23,19	22,55	22,42	22,4	22,93
11	Pintura de puertas	18,05	18,24	18,1	17,59	17,58	17,91
12	Transporte área 1	2,1	2,17	2,2	2,19	1,54	2,04
Total		168,06	167,09	166,53	165,9	168,71	167,258

Tabla 110. Observaciones preliminares de la producción de tapiz panorámicos y cobertor completo

Observaciones Preliminares		Local		Área:		Tapicería	
Empresa:		Planet Motor's		Fecha:		Setiembre	
Pieza		Panorámico y cobertor completo		Analista:		Pierina Soto Arrasco	
Descripción de la operación		Tiempo (min)					Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	
N°							
1	Trazada de cuero de panorámico	4,31	5,21	4,24	5,15	4,43	4,67
2	Cortado de cuero de panorámico	5,05	3,57	3,4	3,50	2,51	3,61
3	Demora para costura de panorámico	4,16	3,28	3,34	3,45	4,22	3,69
4	Costura de panorámico	32,1	18,55	30,19	19,45	29,41	25,94
5	Trazado de cobertor completo	12,02	9,58	10,24	9,58	10,19	10,32
6	Cortado cuero de cuero para cobertor c.	9,32	8,59	8,16	9,09	9,18	8,87
7	Espera para costura de cobertor completo	14,45	15,42	16,18	14,43	15,21	15,14
8	Costura cobertor completo	92,4	95,4	92,5	84,50	85,4	90,04
Total		173,81	159,6	168,25	149,15	160,55	162,27

Tabla 111. Observaciones Preliminares de la elaboración de piso y asiento

Observaciones Preliminares		Local		Área:		Fabricación carrocería	
Empresa:		Planet Motor's		Fecha:		Setiembre	
Pieza		Asiento y piso		Analista:		Pierina Soto Arrasco	
Descripción de la operación		Tiempo (min)					Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	
N°							
1	Trazado	2,51	3,02	2,54	2,54	3,01	2,72
2	Cortado cuero triplay y espuma	5,38	5,42	6,01	8,58	6,16	6,31
3	Demora para costura	5,55	6,05	6,1	6,18	6,09	5,99
4	Costura	8,49	8,14	8,19	8,25	7,58	8,13
5	Armado	4,55	4,5	5,04	4,59	4,59	4,65
Total		21,93	22,63	22,84	25,55	22,84	27,81

Tabla 112. Observaciones preliminares de ensamble

Observaciones Preliminares		Local 1	Área:	Ensamble			
Empresa:	Planet Motor's		Fecha:	Setiembre			
Pieza	Ensamblaje de trimoto		Analista:	Pierina Soto Arrasco			
N°	Descripción de la operación	Tiempo (min)					Tiempo promedio
		1	2	3	4	5	
1	Ensamble 1	24,84	23,26	26,99	24,59	24,1	24,76
2	Ensamble 2	52,1	49,5	52,21	51,27	52,57	51,53
3	Transporte almacen de producto terminado	2,02	2,18	2,45	2,39	2,22	2,25
Total		78,96	74,94	81,65	78,25	78,89	78,54

Anexo 2: Sistema Westin House

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Bueno
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Media	0.00	D	Medio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDICIONES			REGULARIDAD		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0.00	D	Medias	0.00	D	Media
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Pobres	-0.04	F	Pobre

Figura 67. Calificación del Sistema Westin House

Fuente: OIT [17]

Anexo 3: Ficha acción formativa

Tabla 113. Acción formativa

Ficha de acción formativa	
1. Título	Trabajo seguro, ordenado y limpio
2. Objetivo general	Establecer una serie de acciones para una adecuada inducción, capacitación, entrenamiento y concientización.
3. Objetivo específico	Los trabajadores serán capaces de mantener el área de trabajo ordenado, limpio, seguro. Comunicación efectiva
4. Destinatario	Trabajadores de la empresa Planet Motor's S. A. C.
5. Duración	6 horas con un intermedio
6. Programación	Riesgos en el puesto de trabajo Trabajo limpio y seguro Manejo de seguro de herramientas y maquinaria. Comunicación acertiva
7. Actividades	Acción de capacitación. Dinámicas y teoría.
8. Metodología	*Exposición *Intervenciones *Material visual
9. Recursos	*Gerente General y/o Ingeniero con conocimientos en Seguridad industrial. *Laptop, proyector, lapiceros de colores y papel bond A4
10. Fecha, lugar y horario	Enero del 2020, en el patio de la empresa en horario de atención.
11. Evaluación	Se aplicará un test post taller, a la quincena del taller se evaluará nuevamente para comparar las condiciones.
12. Presupuesto	Material de utilería: s/. 115,00 Encargado de capacitación: s/ 850,00 Alimentación: s/ 45,00 Imprevistos: s/. 50,00 Total: s/. 1060,00

Anexo 4: Pronóstico de la demanda

Pronóstico de la demanda de mototaxis

Método: Suavización exponencial doble

Alfa: 0,8 Da gran relevancia a los datos pasados.

Beta: 0,2 Da importancia media a la tendencia de datos.

MAPE: 2,15%

Tabla 114. Proyección de la demanda

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2018	Enero	48	48,00	0,00	48,00
2018	Febrero	51	48,00	0,00	48,00
2018	Marzo	63	50,40	0,48	50,88
2018	Abril	72	60,58	2,42	63,00
2018	Mayo	72	70,20	3,86	74,06
2018	Junio	90	72,41	3,53	75,94
2018	Julio	59	87,19	5,78	92,97
2018	Agosto	64	65,79	0,34	66,14
2018	Septiembre	72	64,43	0,00	64,43
2018	Octubre	74	70,49	1,21	71,70
2018	Noviembre	87	73,54	1,58	75,12
2018	Diciembre	92	84,62	3,48	88,11
2019	Enero	77	91,22	4,11	95,33
2019	Febrero	86	90,27	3,09	93,36
2019	Marzo	75	95,47	3,52	98,99
2019	Abril	82	95,00	2,72	97,72
2019	Mayo	73	98,74	2,92	101,67
2019	Junio	79	98,73	2,34	101,07
2019	Julio	72	101,81	2,49	104,30
2019	Agosto	76	102,46	2,12	104,58
2019	Septiembre	71	104,92	2,19	107,10
2019	Octubre	74	105,42	1,85	107,27
2019	Noviembre	70	107,85	1,97	109,82
2019	Diciembre	73	108,36	1,67	110,04
2020	Enero	70	110,01	1,67	111,68
2020	Febrero	72	111,14	1,56	112,70

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2020	Marzo	70	112,14	1,45	113,59
2020	Abril	71	113,12	1,35	114,47
2020	Mayo	70	114,09	1,28	115,37
2020	Junio	71	115,07	1,22	116,29
2020	Julio	70	116,06	1,17	117,23
2020	Agosto	71	117,05	1,14	118,18
2020	Septiembre	70	118,04	1,11	119,14
2020	Octubre	71	119,03	1,08	120,11
2020	Noviembre	70	120,02	1,07	121,09
2020	Diciembre	71	121,02	1,05	122,07
2021	Enero	70	122,01	1,04	123,05
2021	Febrero	71	123,01	1,03	124,04
2021	Marzo	71	124,01	1,02	125,03
2021	Abril	71	125,01	1,02	126,03
2021	Mayo	72	126,01	1,02	127,02
2021	Junio	72	127,00	1,01	128,02
2021	Julio	73	128,00	1,01	129,01
2021	Agosto	73	129,00	1,01	130,01
2021	Septiembre	74	130,00	1,01	131,01
2021	Octubre	74	131,00	1,00	132,01
2021	Noviembre	75	132,00	1,00	133,00
2021	Diciembre	75	133,00	1,00	134,00
2022	Enero	76	134,00	1,00	135,00
2022	Febrero	76	135,00	1,00	136,00
2022	Marzo	77	136,00	1,00	137,00
2022	Abril	77	137,00	1,00	138,00
2022	Mayo	78	138,00	1,00	139,00
2022	Junio	78	139,00	1,00	140,00
2022	Julio	79	140,00	1,00	141,00
2022	Agosto	79	141,00	1,00	142,00
2022	Septiembre	80	142,00	1,00	143,00
2022	Octubre	80	143,00	1,00	144,00
2022	Noviembre	81	144,00	1,00	145,00
2022	Diciembre	81	145,00	1,00	146,00
2023	Enero	82	146,00	1,00	147,00
2023	Febrero	82	147,00	1,00	148,00
2023	Marzo	83	148,00	1,00	149,00
2023	Abril	83	149,00	1,00	150,00
2023	Mayo	84	150,00	1,00	151,00

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2023	Junio	84	151,00	1,00	152,00
2023	Julio	85	152,00	1,00	153,00
2023	Agosto	85	153,00	1,00	154,00
2023	Septiembre	86	154,00	1,00	155,00
2023	Octubre	86	155,00	1,00	156,00
2023	Noviembre	87	156,00	1,00	157,00
2023	Diciembre	87	157,00	1,00	158,00
2024	Enero	88	158,00	1,00	159,00
2024	Febrero	88	159,00	1,00	160,00
2024	Marzo	89	160,00	1,00	161,00
2024	Abril	89	161,00	1,00	162,00
2024	Mayo	90	162,00	1,00	163,00
2024	Junio	90	163,00	1,00	164,00
2024	Julio	91	164,00	1,00	165,00
2024	Agosto	91	165,00	1,00	166,00
2024	Septiembre	92	166,00	1,00	167,00
2024	Octubre	92	167,00	1,00	168,00
2024	Noviembre	93	168,00	1,00	169,00
2024	Diciembre	93	169,00	1,00	170,00

Anexo 5: Cálculo del MAPE

Tabla 115. Calculo del MAPE

Número de periodos		84				
Período	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	48	48	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	51	48	3,00	3,00	9,00	5,88%
3	63	51	12,12	12,12	146,89	19,24%
4	72	63	9,00	9,00	81,09	12,51%
5	72	74	-2,06	2,06	4,24	2,86%
6	90	76	14,06	14,06	197,62	15,62%
7	59	93	-33,97	33,97	1153,84	57,57%
8	64	66	-2,14	2,14	4,57	3,34%
9	72	64	7,57	7,57	57,30	10,51%
10	74	72	2,30	2,30	5,29	3,11%
11	87	75	11,88	11,88	141,09	13,65%
12	92	88	3,89	3,89	15,16	4,23%
13	89	95	-6,33	6,33	40,03	7,11%
14	96	93	2,64	2,64	6,98	2,75%
15	94	99	-4,99	4,99	24,87	5,31%
16	99	98	1,28	1,28	1,65	1,30%
17	98	102	-3,67	3,67	13,44	3,74%
18	102	101	0,93	0,93	0,87	0,91%
19	102	104	-2,30	2,30	5,29	2,25%
20	105	105	0,42	0,42	0,18	0,40%
21	105	107	-2,10	2,10	4,41	2,00%
22	108	107	0,73	0,73	0,53	0,68%
23	108	110	-1,82	1,82	3,31	1,69%
24	110	110	-0,04	0,04	0,00	0,04%
25	111	112	-0,68	0,68	0,46	0,61%
26	112	113	-0,70	0,70	0,48	0,62%
27	113	114	-0,59	0,59	0,35	0,52%
28	114	114	-0,47	0,47	0,22	0,41%
29	115	115	-0,37	0,37	0,14	0,33%
30	116	116	-0,29	0,29	0,09	0,25%
31	117	117	-0,23	0,23	0,05	0,20%
32	118	118	-0,18	0,18	0,03	0,15%
33	119	119	-0,14	0,14	0,02	0,12%
34	120	120	-0,11	0,11	0,01	0,09%

Período	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
35	121	121	-0,09	0,09	0,01	0,07%
36	122	122	-0,07	0,07	0,00	0,06%
37	123	123	-0,05	0,05	0,00	0,04%
38	124	124	-0,04	0,04	0,00	0,03%
39	125	125	-0,03	0,03	0,00	0,03%
40	126	126	-0,03	0,03	0,00	0,02%
41	127	127	-0,02	0,02	0,00	0,02%
42	128	128	-0,02	0,02	0,00	0,01%
43	129	129	-0,01	0,01	0,00	0,01%
44	130	130	-0,01	0,01	0,00	0,01%
45	131	131	-0,01	0,01	0,00	0,01%
46	132	132	-0,01	0,01	0,00	0,00%
47	133	133	0,00	0,00	0,00	0,00%
48	134	134	0,00	0,00	0,00	0,00%
49	135	135	0,00	0,00	0,00	0,00%
50	136	136	0,00	0,00	0,00	0,00%
51	137	137	0,00	0,00	0,00	0,00%
52	138	138	0,00	0,00	0,00	0,00%
53	139	139	0,00	0,00	0,00	0,00%
54	140	140	0,00	0,00	0,00	0,00%
55	141	141	0,00	0,00	0,00	0,00%
56	142	142	0,00	0,00	0,00	0,00%
57	143	143	0,00	0,00	0,00	0,00%
58	144	144	0,00	0,00	0,00	0,00%
59	145	145	0,00	0,00	0,00	0,00%
60	146	146	0,00	0,00	0,00	0,00%
61	147	147	0,00	0,00	0,00	0,00%
62	148	148	0,00	0,00	0,00	0,00%
63	149	149	0,00	0,00	0,00	0,00%
64	150	150	0,00	0,00	0,00	0,00%
65	151	151	0,00	0,00	0,00	0,00%
66	152	152	0,00	0,00	0,00	0,00%
67	153	153	0,00	0,00	0,00	0,00%
68	154	154	0,00	0,00	0,00	0,00%
69	155	155	0,00	0,00	0,00	0,00%
70	156	156	0,00	0,00	0,00	0,00%
71	157	157	0,00	0,00	0,00	0,00%
72	158	158	0,00	0,00	0,00	0,00%
73	159	159	0,00	0,00	0,00	0,00%

Período	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
74	160	160	0,00	0,00	0,00	0,00%
75	161	161	0,00	0,00	0,00	0,00%
76	162	162	0,00	0,00	0,00	0,00%
77	163	163	0,00	0,00	0,00	0,00%
78	164	164	0,00	0,00	0,00	0,00%
79	165	165	0,00	0,00	0,00	0,00%
80	166	166	0,00	0,00	0,00	0,00%
81	167	167	0,00	0,00	0,00	0,00%
82	168	168	0,00	0,00	0,00	0,00%
83	169	169	0,00	0,00	0,00	0,00%
84	170	170	0,00	0,00	0,00	0,00%
Suma de errores			6,25	133,42	1919,53	180,34%
CFE	6,25					
MAD	1,59					
MSE	22,85					
MAPE	2,15%					
Señal de rastreo	3,94					

Anexo 6: Pronóstico de la producción antes de la mejora

Pronóstico de la demanda de mototaxis

Método: Suavización exponencial doble

Alfa: 0,9 Da gran relevancia a los datos pasados.

Beta: 0,2 Da importancia media a la tendencia de datos.

MAPE: 3,34%

Tabla 116. Proyección de la producción antes de la mejora

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2018	Enero	34	34,00	0,00	34,00
2018	Febrero	36	34,00	0,00	34,00
2018	Marzo	42	34,40	0,36	34,76
2018	Abril	50	36,21	1,66	37,87
2018	Mayo	51	40,30	3,85	44,14
2018	Junio	63	45,51	5,08	50,60
2018	Julio	41	53,08	7,31	60,39
2018	Agosto	46	56,51	3,82	60,34
2018	Septiembre	40	57,47	1,24	58,71
2018	Octubre	52	54,97	-2,12	52,84
2018	Noviembre	62	52,68	-2,28	50,40
2018	Diciembre	65	52,72	-0,19	52,53
2019	Enero	53	55,02	2,06	57,08
2019	Febrero	58	56,26	1,32	57,59
2019	Marzo	58	57,67	1,40	59,06
2019	Abril	60	58,85	1,20	60,06
2019	Mayo	61	60,05	1,19	61,24
2019	Junio	62	61,19	1,15	62,34
2019	Julio	63	62,27	1,09	63,36
2019	Agosto	64	63,29	1,02	64,32
2019	Septiembre	65	64,25	0,97	65,22
2019	Octubre	66	65,18	0,93	66,10
2019	Noviembre	67	66,08	0,91	66,99
2019	Diciembre	67	66,99	0,91	67,90
2020	Enero	68	67,72	0,75	68,47
2020	Febrero	69	68,38	0,66	69,04

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2020	Marzo	70	69,03	0,66	69,69
2020	Abril	70	69,75	0,71	70,46
2020	Mayo	71	70,37	0,63	71,00
2020	Junio	71	71,00	0,63	71,63
2020	Julio	72	71,50	0,52	72,02
2020	Agosto	73	72,01	0,51	72,53
2020	Septiembre	73	72,62	0,60	73,22
2020	Octubre	74	73,18	0,56	73,73
2020	Noviembre	74	73,79	0,61	74,39
2020	Diciembre	75	74,31	0,54	74,85
2021	Enero	75	74,88	0,56	75,44
2021	Febrero	76	75,35	0,48	75,84
2021	Marzo	76	75,87	0,51	76,38
2021	Abril	77	76,31	0,44	76,75
2021	Mayo	77	76,80	0,49	77,29
2021	Junio	78	77,23	0,44	77,67
2021	Julio	78	77,73	0,50	78,23
2021	Agosto	79	78,18	0,46	78,64
2021	Septiembre	79	78,71	0,52	79,23
2021	Octubre	80	79,19	0,48	79,66
2021	Noviembre	80	79,73	0,54	80,27
2021	Diciembre	81	80,22	0,49	80,71
2022	Enero	81	80,77	0,54	81,31
2022	Febrero	82	81,25	0,49	81,73
2022	Marzo	82	81,79	0,54	82,32
2022	Abril	83	82,26	0,48	82,74
2022	Mayo	83	82,79	0,52	83,31
2022	Junio	84	83,25	0,47	83,72
2022	Julio	84	83,78	0,52	84,29
2022	Agosto	85	84,24	0,47	84,70
2022	Septiembre	85	84,76	0,52	85,28
2022	Octubre	86	85,22	0,47	85,69
2022	Noviembre	86	85,76	0,52	86,28
2022	Diciembre	87	86,22	0,47	86,70
2023	Enero	87	86,76	0,53	87,29
2023	Febrero	88	87,23	0,48	87,71
2023	Marzo	88	87,76	0,53	88,29
2023	Abril	89	88,24	0,48	88,71
2023	Mayo	89	88,77	0,53	89,30

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2023	Junio	90	89,24	0,47	89,71
2023	Julio	90	89,77	0,53	90,30
2023	Agosto	91	90,24	0,47	90,71
2023	Septiembre	91	90,77	0,52	91,29
2023	Octubre	92	91,23	0,47	91,71
2023	Noviembre	92	91,77	0,52	92,29
2023	Diciembre	93	92,23	0,47	92,70
2024	Enero	93	92,76	0,53	93,29
2024	Febrero	94	93,23	0,47	93,71
2024	Marzo	94	93,76	0,53	94,29
2024	Abril	95	94,23	0,47	94,71
2024	Mayo	95	94,77	0,53	95,29
2024	Junio	96	95,23	0,47	95,71
2024	Julio	96	95,77	0,53	96,29
2024	Agosto	97	96,23	0,47	96,71
2024	Septiembre	97	96,77	0,53	97,29
2024	Octubre	98	97,23	0,47	97,71
2024	Noviembre	98	97,77	0,53	98,29
2024	Diciembre	99	98,23	0,47	98,71

Anexo 7: Cálculo del MAPE para la proyección antes de la mejora

Tabla 117. Calculo del MAPE

Número de periodos		84				
Período	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	34	34	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	36	34	2,00	2,00	4,00	5,56%
3	42	35	7,24	7,24	52,42	17,24%
4	50	38	12,13	12,13	147,11	24,26%
5	51	44	6,86	6,86	47,01	13,44%
6	63	51	12,40	12,40	153,88	19,69%
7	41	60	-19,39	19,39	375,96	47,29%
8	46	60	-14,34	14,34	205,49	31,16%
9	40	59	-18,71	18,71	350,10	46,78%
10	52	53	-0,84	0,84	0,71	1,62%
11	62	50	11,60	11,60	134,60	18,71%
12	65	53	12,47	12,47	155,50	19,18%
13	53	57	-4,08	4,08	16,65	7,70%
14	58	58	0,41	0,41	0,17	0,71%
15	58	59	-1,06	1,06	1,13	1,84%
16	60	60	-0,06	0,06	0,00	0,09%
17	61	61	-0,24	0,24	0,06	0,39%
18	62	62	-0,34	0,34	0,12	0,55%
19	63	63	-0,36	0,36	0,13	0,58%
20	64	64	-0,32	0,32	0,10	0,49%
21	65	65	-0,22	0,22	0,05	0,34%
22	66	66	-0,10	0,10	0,01	0,16%
23	67	67	0,01	0,01	0,00	0,01%
24	67	68	-0,90	0,90	0,82	1,35%
25	68	68	-0,47	0,47	0,22	0,69%
26	69	69	-0,04	0,04	0,00	0,06%
27	70	70	0,31	0,31	0,10	0,45%
28	70	70	-0,46	0,46	0,21	0,66%
29	71	71	0,00	0,00	0,00	0,00%
30	71	72	-0,63	0,63	0,39	0,88%
31	72	72	-0,02	0,02	0,00	0,03%
32	73	73	0,47	0,47	0,22	0,65%
33	73	73	-0,22	0,22	0,05	0,30%
34	74	74	0,27	0,27	0,07	0,36%

Período	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
35	74	74	-0,39	0,39	0,15	0,53%
36	75	75	0,15	0,15	0,02	0,20%
37	75	75	-0,44	0,44	0,20	0,59%
38	76	76	0,16	0,16	0,03	0,22%
39	76	76	-0,38	0,38	0,15	0,50%
40	77	77	0,25	0,25	0,06	0,33%
41	77	77	-0,29	0,29	0,08	0,37%
42	78	78	0,33	0,33	0,11	0,43%
43	78	78	-0,23	0,23	0,05	0,30%
44	79	79	0,36	0,36	0,13	0,46%
45	79	79	-0,23	0,23	0,05	0,29%
46	80	80	0,34	0,34	0,11	0,42%
47	80	80	-0,27	0,27	0,07	0,34%
48	81	81	0,29	0,29	0,09	0,36%
49	81	81	-0,31	0,31	0,10	0,38%
50	82	82	0,27	0,27	0,07	0,32%
51	82	82	-0,32	0,32	0,10	0,39%
52	83	83	0,26	0,26	0,07	0,32%
53	83	83	-0,31	0,31	0,10	0,38%
54	84	84	0,28	0,28	0,08	0,33%
55	84	84	-0,29	0,29	0,09	0,35%
56	85	85	0,30	0,30	0,09	0,35%
57	85	85	-0,28	0,28	0,08	0,33%
58	86	86	0,31	0,31	0,09	0,36%
59	86	86	-0,28	0,28	0,08	0,32%
60	87	87	0,30	0,30	0,09	0,35%
61	87	87	-0,29	0,29	0,08	0,33%
62	88	88	0,29	0,29	0,09	0,33%
63	88	88	-0,29	0,29	0,09	0,33%
64	89	89	0,29	0,29	0,08	0,32%
65	89	89	-0,30	0,30	0,09	0,34%
66	90	90	0,29	0,29	0,08	0,32%
67	90	90	-0,30	0,30	0,09	0,33%
68	91	91	0,29	0,29	0,08	0,32%
69	91	91	-0,29	0,29	0,09	0,32%
70	92	92	0,29	0,29	0,09	0,32%
71	92	92	-0,29	0,29	0,08	0,32%
72	93	93	0,30	0,30	0,09	0,32%
73	93	93	-0,29	0,29	0,08	0,31%

Período	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
74	94	94	0,29	0,29	0,09	0,31%
75	94	94	-0,29	0,29	0,08	0,31%
76	95	95	0,29	0,29	0,09	0,31%
77	95	95	-0,29	0,29	0,09	0,31%
78	96	96	0,29	0,29	0,09	0,30%
79	96	96	-0,29	0,29	0,09	0,31%
80	97	97	0,29	0,29	0,08	0,30%
81	97	97	-0,29	0,29	0,09	0,30%
82	98	98	0,29	0,29	0,09	0,30%
83	98	98	-0,29	0,29	0,09	0,30%
84	99	99	0,29	0,29	0,09	0,30%
Suma de errores			2,92	143,64	1651,69	280,30%
CFE	2,92					
MAD	1,71					
MSE	19,66					
MAPE	3,34%					
Señal de rastreo	1,71					

Anexo 8: Cotizaciones

MAESTRO / PRODUCTOS / MUEBLES / MUEBLES PARA OFICINA / SILLAS PC




Silla operat ixtapa neg

Ver precio y stock por Tienda:
Lima - Chacarilla

S/ 150.00

sku: 2222124

Precios y stock actualizados el 24/06/2019 7:15am
 Precios referenciales y sujetos a variaciones.
 Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.
 Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.



Leoncito

Calidad, variedad y confianza

PROFORMA

INNOVACIÓN, COMODIDAD
Y CONFORT A TU ALCANCE

LA VICTORIA: Huayna Cápac N° 1795 / T. 074-215002
CHICLAYO: Av. Salaverry N° 595 / T. 234388
LAMBAYEQUE: Av. Emiliano Niño 223 / T. 284004
FERREÑAFE: Av. Unión 961 / T. 287676
MOCHUMI: Calle Miguel Grau 252 / T. 424056
JAYANCA: Calle Diego Ferre 649
MOTUPE: Calle San Julián 309 / T. 426543
OLMOS: Calle Augusto B. Leguía 805 / T. 427777

Nombre: Primo Solo

Dirección: _____

Telf: _____ Cel: 923 337 885

FECHA
23 09/19

CANT.	ARTICULO	PRECIO
01	Planta capotea (51.03 x 57.15 x 69)	350.00
01	Tablero perforado color a dorado (161 x 55)	400.00

CUOTA INICIAL	PAGO MENSUAL	N° CUOTAS	TOTAL

