

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Propuesta de mejora del servicio de mantenimiento preventivo de
motocicletas para incrementar la productividad en la empresa Tecnimoto
Cix E. I. R. L.**

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

AUTOR

NOE SPENCER CORONEL MONTENEGRO

ASESOR

EDWARD FLORENCIO AURORA VIGO

<https://orcid.org/0000-0002-9731-4318>

Chiclayo, 2023

**Propuesta de mejora del servicio de mantenimiento preventivo de
motocicletas para incrementar la productividad en la empresa
Tecnimoto Cix E. I. R. L.**

PRESENTADA POR:

NOE SPENCER CORONEL MONTENEGRO

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

INGENIERO DE INDUSTRIAL

APROBADA POR

Alejandro Vera Lazaro

PRESIDENTE

Jorge Villanueva Zapata

SECRETARIO

Edward Florencio Aurora Vigo

VOCAL

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres, hermanos y a mi esposa. A mis profesores por todas sus enseñanzas y conocimientos compartidos.

Noé Spencer

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por la vida y por permitirme llegar hasta aquí, por todas sus bendiciones en el trayecto de mi carrera. A mi esposa por su apoyo incondicional, y a mis padres por todo su esfuerzo para sacarme adelante.

El autor

Coronel MOntenegro NFS1

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%
INDICE DE SIMILITUD

22%
FUENTES DE INTERNET

4%
PUBLICACIONES

8%
TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	nanopdf.com Fuente de Internet	1%
5	www.westinghouseportablepower.com Fuente de Internet	1%
6	qdoc.tips Fuente de Internet	1%

ÍNDICE

RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. ANTECEDENTES.....	16
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	19
2.2.1. Servicio.....	19
2.2.2. Mantenimiento.....	19
2.2.3. Definición de motocicleta.....	20
2.2.4. Estudio de tiempos con cronómetro.....	21
2.2.5. Muestreo del trabajo.....	28
2.2.6. Diagrama de causa-efecto (Ishikawa).....	28
2.2.7. Diagrama de Pareto.....	29
2.2.8. Diagrama de Gantt.....	30
2.2.9. Diagrama de operaciones.....	30
2.2.10. Diagrama de flujo del proceso.....	31
2.2.11. Diagrama Bimanual.....	31
2.2.12. Diagrama de Recorrido.....	32
2.2.13. Productividad.....	33
2.2.14. SMED.....	34
2.2.15. Balance de línea.....	36
2.2.16. Celdas de trabajo.....	37
III. RESULTADOS.....	39
3.1. DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX E.I.R.L.....	39
3.1.1. La empresa.....	39
3.1.1.1. Datos generales.....	39
3.1.1.2. Organización interna.....	39
3.1.1.3. Personal interno.....	40
3.1.1.4. Horario de trabajo.....	41
3.1.2. Servicio de mantenimiento preventivo.....	41
3.1.2.1. Ventas históricas.....	41
3.1.2.2. Descripción del servicio.....	46
3.1.2.3. Desechos.....	46
3.1.2.4. Desperdicios.....	46
3.1.3. Insumos.....	47
3.1.3.1. Mano de obra (MOD).....	47
3.1.3.2. Materias primas.....	48
3.1.3.3. Herramientas.....	48
3.1.3.4. Suministros.....	49
3.1.4. Descripción del servicio de mantenimiento preventivo.....	49
3.1.4.1. Adecuación de la moto en el lugar de trabajo.....	49

3.1.4.2.	Selección de herramientas y materiales	49
3.1.4.3.	Desmontaje de tapas, asiento y tanque.....	49
3.1.4.4.	Limpieza del carburador.....	50
3.1.4.5.	Limpieza del filtro de aire	50
3.1.4.6.	Calibración de válvulas	51
3.1.4.7.	Limpieza de bujía	51
3.1.4.8.	Cambio de aceite y filtro	52
3.1.4.9.	Limpieza de los frenos	52
3.1.4.10.	Inspección de manilla de embrague.....	54
3.1.4.11.	Lubricación de cadena	54
3.1.4.12.	Medición y calibración de presión de las llantas	54
3.1.4.13.	Inspección de dirección	54
3.1.4.14.	Montaje de tapas, asiento y tanque.....	54
3.1.4.15.	Entrega de moto al cliente	54
3.1.5.	Análisis para el Proceso de Producción	55
3.1.5.1.	Diagrama de flujo del servicio de mantenimiento	55
3.1.5.2.	Tiempos promedios del servicio de mantenimiento.....	60
3.1.5.3.	Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento	62
3.1.6.	Indicadores actuales de productividad	87
3.1.6.1.	Servicio de mantenimiento preventivo.....	87
3.1.6.2.	Productividad total	88
3.1.6.3.	Productividad laboral	89
3.1.6.4.	Productividad de MOD real	90
3.1.6.5.	Productividad de MOD con la capacidad diseñada.....	90
3.1.6.6.	Diferencia de la productividad de MOD	91
3.1.7.	Identificación de problemas en el proceso de mantenimiento y sus causas.....	91
3.1.7.1.	Ritmo de trabajo variable	93
3.1.7.2.	Demora del personal.....	97
3.1.7.3.	Movimientos innecesarios.....	100
3.1.7.4.	Deficiente distribución de planta.....	110
3.1.8.	Propuesta de solución de implementación	112
3.2.	ELABORAR PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN EN EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX E.I.R.L.	112
3.2.1.	Desarrollo de implementación	112
3.2.1.1.	Metodología SMED	112
3.2.1.2.	Mejora de las técnicas de trabajo	129
3.2.1.3.	Estandarización de tiempos	134
3.2.1.4.	Balance de línea	158
3.2.1.5.	Distribución con celdas de trabajo	165
3.2.2.	Indicadores propuestos de productividad.....	178
3.2.2.1.	Servicio propuesto de mantenimiento preventivo.....	178
3.2.2.2.	Productividad total propuesta.....	178
3.2.2.3.	Productividad laboral propuesta.....	179
3.2.2.4.	Productividad de MOD real	180
3.2.2.5.	Productividad de MOD propuesta.....	180
3.2.2.6.	Diferencia de la productividad de MOD	180
3.2.3.	Cuadro comparativo de los indicadores	181

3.3. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO.....	182
3.3.1. Beneficios de las propuestas	182
3.3.2. Inversión de la propuesta	184
3.3.3. Costos de la propuesta	186
3.3.4. Flujo de caja.....	186
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	191
4.1. CONCLUSIONES.....	191
4.2. RECOMENDACIONES	192
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	193
VII. ANEXOS	199

Lista de tablas

TABLA 1. TABLA DE VALORACIONES DE MUNDEL	22
TABLA 2. MUESTRA INICIAL CON 10 OBSERVACIONES	24
TABLA 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN	25
TABLA 4. RECOMENDACIONES DE TOLERANCIAS A AÑADIR AL TIEMPO ESTÁNDAR.....	26
TABLA 5. EJEMPLOS DE CELDA DE TRABAJO	38
TABLA 6. FACTOR HUMANO DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX	40
TABLA 7. VENTAS HISTÓRICAS ANUALES DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX	41
TABLA 8. VENTAS MENSUALES DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX DEL AÑO 2 019	42
TABLA 9. PRECIOS DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MOTOCICLETAS DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX	44
TABLA 10. MANO DE OBRA DIRECTA PARA EL MANTENIMIENTO.....	47
TABLA 11. MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO	48
TABLA 12. HERRAMIENTAS REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	48
TABLA 13. TIEMPO PROMEDIO DE LOS PROCESOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TÉCNICO 01	60
TABLA 14. TIEMPO PROMEDIO DE LOS PROCESOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TÉCNICO 02	61
TABLA 15. TIEMPO PROMEDIO DE LOS PROCESOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TÉCNICO 03	61
TABLA 16. TIEMPO PROMEDIO DE LOS PROCESOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TÉCNICO 04	62
TABLA 17. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DEL TÉCNICO 01	63
TABLA 18. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DEL TÉCNICO 02	69
TABLA 19. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DEL TÉCNICO 03	75
TABLA 20. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DEL TÉCNICO 04	81
TABLA 21. N°DE MOTOCICLETAS ATENDIDAS EN EL AÑO 2 019	88
TABLA 22. RESUMEN DE LOS RECURSOS EMPLEADOS DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX DEL AÑO 2019.....	89
TABLA 23. HORAS EMPLEADAS POR LOS TÉCNICOS DEL AÑO 2019 DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX.....	89
TABLA 24. RESUMEN DEL DAP TÉCNICO 01	93
TABLA 25. RESUMEN DEL DAP TÉCNICO 02	94
TABLA 26. RESUMEN DEL DAP TÉCNICO 03	95
TABLA 27. RESUMEN DEL DAP TÉCNICO 04	95
TABLA 28. SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO NO ATENDIDOS EN EL MISMO DÍA	99
TABLA 29. DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE LIMPIEZA DEL CARBURADOR.....	101
TABLA 30. PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN	112
TABLA 31. SEPARACIÓN DE ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOCICLETAS (SMED).....	114
TABLA 32. SEPARACIÓN DE ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOCICLETAS (SMED).....	124
TABLA 33. DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO DEL PROCESO DE LIMPIEZA DEL CARBURADOR.....	130
TABLA 34. RELACIÓN DE MEJORA SEGÚN LAS TÉCNICAS DE TRABAJO	134
TABLA 35. TIEMPO PROPUESTO PARA EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	134
TABLA 36. TIEMPOS PROPUESTOS DE LAS ACTIVIDADES CON SUS PROCESOS	135

TABLA 37. TIEMPOS PROPUESTOS DE LOS PROCESOS	140
TABLA 38. TIEMPOS DE LAS OBSERVACIONES PRELIMINARES DE ADEUACIÓN DE LA MOTO EN EL LUGAR DE TRABAJO.....	141
TABLA 39. CÁLCULO DE SUMA DE VALORES Y SUS CUADRADOS DEL PROCESO ADEUACIÓN DE LA MOTO EN EL LUGAR DE TRABAJO	142
TABLA 40. TOLERANCIAS APLICADAS AL PROCESO ADEUACIÓN DE LA MOTO EN EL LUGAR DE TRABAJO	143
TABLA 41. TIEMPOS DE LAS OBSERVACIONES PRELIMINARES DE DESMONTAJE DE TAPAS, ASIENTO Y TANQUE	144
TABLA 42. CÁLCULO DE SUMA DE VALORES Y SUS CUADRADOS DEL PROCESO DESMONTAJE DE TAPAS, ASIENTO Y TANQUE	145
TABLA 43. TOLERANCIAS APLICADAS AL PROCESO DESMONTAJE DE TAPAS, ASIENTO Y TANQUE	146
TABLA 44. TIEMPOS DE LAS OBSERVACIONES PRELIMINARES DE LIMPIEZA DEL CARBURADOR.....	147
TABLA 45. CÁLCULO DE SUMA DE VALORES Y SUS CUADRADOS DEL PROCESO LIMPIEZA DEL CARBURADOR.....	148
TABLA 46. TOLERANCIAS APLICADAS AL PROCESO LIMPIEZA DEL CARBURADOR	149
TABLA 47. TIEMPOS DE LAS OBSERVACIONES PRELIMINARES DE LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE	150
TABLA 48. CÁLCULO DE SUMA DE VALORES Y SUS CUADRADOS DEL PROCESO LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE	150
TABLA 49. TOLERANCIAS APLICADAS AL PROCESO LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE.....	152
TABLA 50. TIEMPOS DE LAS OBSERVACIONES PRELIMINARES DE CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS	153
TABLA 51. CÁLCULO DE SUMA DE VALORES Y SUS CUADRADOS DEL PROCESO CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS	153
TABLA 52. TOLERANCIAS APLICADAS AL PROCESO CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS.....	154
TABLA 53. TIEMPOS DE LAS OBSERVACIONES PRELIMINARES DE LIMPIEZA DE BUJÍA	155
TABLA 54. CÁLCULO DE SUMA DE VALORES Y SUS CUADRADOS DEL PROCESO LIMPIEZA DE BUJÍA.....	156
TABLA 55. TOLERANCIAS APLICADAS AL PROCESO LIMPIEZA DE BUJÍA.....	157
TABLA 56. TIEMPOS ESTÁNDAR DE CADA PROCESO EN EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	158
TABLA 57. RESUMEN DE LOS RECURSOS EMPLEADOS DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX	179
TABLA 58. HORAS PROPUESTAS EMPLEADAS POR LOS TÉCNICOS DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX.....	179
TABLA 59. CUADRO COMPARATIVO DE LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	181
TABLA 60. AUMENTO DE LOS SERVICIOS PRONOSTICADOS	183
TABLA 61. BALANCE CON LA DEMANDA DEL AUMENTO DE LOS SERVICIOS	183
TABLA 62. AUMENTO ANUAL DE LAS UTILIDADES	184
TABLA 63. COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED.....	184
TABLA 64. COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE TRABAJO	185
TABLA 65. COSTOS DE LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS	185
TABLA 66. COSTOS DEL BALANCE DE LÍNEA	185
TABLA 67. COSTOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE CELDAS DE TRABAJO	186
TABLA 68. COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED.....	186
TABLA 69. FLUJO DE CAJA DE PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN	187

TABLA 70. OBSERVACIONES PRELIMINARES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR EL TÉCNICO 01.....	200
TABLA 71. CÁLCULO DEL COCIENTE DE MUNDEL DEL TÉCNICO 01.....	206
TABLA 72. TIEMPO PROMEDIO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR EL TÉCNICO 01	211
TABLA 73. OBSERVACIONES PRELIMINARES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR EL TÉCNICO 02.....	216
TABLA 74. CÁLCULO DEL COCIENTE DE MUNDEL DEL TÉCNICO 02.....	222
TABLA 75. TIEMPO PROMEDIO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR EL TÉCNICO 02	227
TABLA 76. OBSERVACIONES PRELIMINARES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR EL TÉCNICO 03.....	235
TABLA 77. CÁLCULO DEL COCIENTE DE MUNDEL DEL TÉCNICO 03.....	241
TABLA 78. TIEMPO PROMEDIO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR EL TÉCNICO 03	247
TABLA 79. OBSERVACIONES PRELIMINARES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR EL TÉCNICO 04.....	254
TABLA 80. CÁLCULO DEL COCIENTE DE MUNDEL DEL TÉCNICO 04.....	260
TABLA 81. TIEMPO PROMEDIO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO POR EL TÉCNICO 04	266

Lista de figuras

FIGURA 1. COMPOSICIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR.....	28
FIGURA 2. DIAGRAMA DE ISHIKAWA	29
FIGURA 3. DIAGRAMA DE PARETO.....	29
FIGURA 4. ESTRUCTURA GENERAL DE UN DIAGRAMA BIMANUAL	32
FIGURA 5. MAPA DE LA UBICACIÓN DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX	39
FIGURA 6. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	40
FIGURA 7. DIAGRAMA DE PARETO DE LAS VENTAS DEL AÑO 2019	43
FIGURA 8. DIAGRAMA DE PARETO DE LAS FALLAS FUNCIONALES DEL AÑO 2019.....	45
FIGURA 9. PROCESO DE ENTRADA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	55
FIGURA 10. PROCESO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	57
FIGURA 11. PROCESO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	59
FIGURA 12. DIAGRAMA CAUSA - EFECTO POR LA BAJA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX.....	92
FIGURA 13. PORCENTAJE DE ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS DE LOS TÉCNICOS	96
FIGURA 14. GRÁFICA DE VARIABILIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS PROCESOS	97
FIGURA 15. CLIENTES CON SUS MOTOCICLETAS ESPERANDO PARA SER ATENDIDOS	98
FIGURA 16. SERVICIOS NO ATENDIDOS EN EL MISMO DÍA DEL AÑO 2019	100
FIGURA 17. LAYOUT ACTUAL DE LA EMPRESA TECNIMOTO CIX	111
FIGURA 18. DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO	121
FIGURA 19. DIAGRAMA DE LÍNEAS PARA EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON 01 TÉCNICO.....	160
FIGURA 20. DIAGRAMA DE LÍNEAS PARA EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON 04 TÉCNICOS	162
FIGURA 21. DIAGRAMA DE LÍNEAS PARA EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON 05 TÉCNICOS	164
FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN CON CELDAS DE TRABAJO (PASO 1).....	166
FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN CON CELDAS DE TRABAJO (PASO 2-A).....	168
FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN CON CELDAS DE TRABAJO (PASO 2-B).....	169
FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN CON CELDAS DE TRABAJO (PASO 2-C).....	170
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN CON CELDAS DE TRABAJO (PASO 2-D).....	171
FIGURA 27. DISTRIBUCIÓN CON CELDAS DE TRABAJO (PASO 3).....	173
FIGURA 28. DISTRIBUCIÓN CON CELDAS DE TRABAJO (PASO 4).....	175
FIGURA 29. DISTRIBUCIÓN CON CELDAS DE TRABAJO (PASO 5).....	177
FIGURA 30. DIAGRAMA DE REGRESIÓN LINEAL	182

RESUMEN

La empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. se dedica a brindar servicios de mantenimiento de motocicletas en la ciudad de Chiclayo. Esta investigación tuvo como objetivo general proponer la implementación del servicio de mantenimiento preventivo en las motocicletas para incrementar la productividad en Tecnimoto Cix E.I.R.L. Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se mapeó los procesos del servicio de mantenimiento preventivo de las motocicletas y sus actividades respectivas, en donde se identificó que en el año 2019 se dejó de percibir 74 795,00 soles debido a que no se atendió a los clientes debido a la demora en los procesos. Para mejorar la problemática de la baja productividad, se propuso implementar la metodología SMED, luego realizar las mejoras en las técnicas de trabajo de la limpieza del carburador, siendo este proceso el cuello de botella; después aplicar la estandarización de procesos en base a los lineamientos de la Organización Internacional de Trabajo (OIT). Teniendo en cuenta los tiempos estándar, se realizó un balance de línea y también se efectuó la distribución de planta con celdas de trabajo. Con las mejoras propuestas se logró incrementar la productividad total en 29,2%. Las propuestas de implementación del proceso productivo de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. es económicamente viable, esto se debe a que se obtuvo un Valor Actual Neto de 26 715,94 soles, una Tasa Interna de Retorno de 39,46%, un beneficio costo de 1,26 y una tasa de recuperación de 2 años con 8 meses y 26 días.

Palabras claves: Carburador, SMED, tiempo estándar, celdas de trabajo, cuello de botella.

ABSTRACT

Tecnimoto Cix E.I.R.L. is dedicated to providing maintenance services for motorcycles in the city of Chiclayo. The overall objective of this research was to propose the improvement of the preventive maintenance service on motorcycles in order to increase productivity in the company. The diagnosis of the current situation of the company was made, the processes of the preventive maintenance service of the motorcycles and their respective activities were mapped, in which it was identified that in 2019 74 795,00 soles were stopped due to the lack of attention to the customers due to the delay in the processes. To improve the problem of low productivity, it was proposed to implement the SMED methodology, then to make improvements in the working techniques of the carburetor cleaning, this process being the bottleneck, being this process the bottleneck, then the standardization of processes was applied based on the guidelines of the International Labour Organization (ILO). Taking into account the standard times, a line balance was carried out and the plant distribution with work cells was also carried out. The proposed improvements resulted in a 29,2 per cent increase in total productivity. The proposals for improvement of the production process of the company Tecnimoto Cix E.I.R.L. is economically viable, this is because it obtained a Net Present Value of 26 715,94 soles, an Internal Rate of Return of 39,46%, a cost benefit of 1,26 and a recovery rate of 2 years with 8 months and 24 days.

Keywords: Carburetor, SMED, standard time, work cells, bottleneck.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las motocicletas, son el medio de transporte más rápido y económico y con el fin de minimizar la ocurrencia de un accidente de tránsito, pero para tener un buen funcionamiento se deben realizar revisiones periódicas a sus unidades, el conductor debe estar atento al desgaste de las piezas, a la limpieza regular y al mantenimiento de cada uno de sus sistemas. Los cinco puntos esenciales para mantener tu motocicleta en forma son revisar los niveles de aceite, la cadena, filtro de aire y de gasolina, neumáticos y sistema de frenos. [1]

En el año 2 019 en la India, el país con el mercado más grande de motocicletas, tuvo un incremento en sus ventas en más de 1,3 millones de unidades. En América Latina actualmente hay plantas de producción en Brasil, Colombia, Argentina, Ecuador, Guatemala y Paraguay con más de 250 marcas compitiendo por la preferencia de los motociclistas. El mercado más grande de la región es Brasil, que representa cerca del 28%, logrando terminar el primer trimestre del año 2020 con un volumen de ventas de 276 759 motocicletas, teniendo un incremento del 3,1% a comparación del año anterior. [2]

Las ventas de motocicletas en Perú registraron un crecimiento de 3,5% durante el 2 018, siguiendo la tendencia al alza de otros países de la región como Colombia (9,3%) y Chile (18,6%), según datos proporcionados por la Asociación Automotriz del Perú, Asociación Nacional de Empresarios de Colombia y la Asociación de Importadores de Motocicletas de Chile. En cuanto al número de unidades vendidas, Perú registró 165 995 motos frente a las 160 298 comercializadas durante el 2 017 [2].

En la actualidad, la demanda de motocicletas se encuentra en ascenso debido a distintos factores, dentro de los cuales se puede señalar al accesible costo de adquisición y mantenimiento frente a otros medios de transporte, la fluidez del tránsito de este vehículo dentro del caótico tráfico formado en las ciudades, la facilidad de adecuación a distintos tipos de carreteras, etc. Esto a su vez origina que la necesidad del aumento de la contratación de servicios para el mantenimiento de las motocicletas, llegando a presentarse problemas como las largas colas de espera, baja calidad de los materiales empleados, personal no calificado, entre otros. [3].

Para la SUTRAN los factores principales que han producido los accidentes de tránsito son los descarrilamientos (44%), los choques (45%), los atropellos simples (7%) y el hueco de buses (0.4%). Sin embargo, el exceso de velocidad sigue siendo la principal causa y los falsos adelantamientos con un 31,1%, de la misma manera se pueden presentar fallas mecánicas por no contar con mantenimiento preventivo [4].

Tecnimoto Cix E.I.R.L. se dedica a brindar servicios de mantenimiento de motocicletas en la ciudad de Chiclayo desde el año 2016 como concesionaria de la Bajaj. En el año 2019 se atendieron 7 800 clientes generando ingresos de 247 830,00 soles, pero se detectó un descenso del 10,7% en la productividad de mano de obra directa lo que ocasionó un porcentaje promedio de ingresos no percibidos por la empresa de 19,7%. Actualmente presenta problemas de baja productividad, debido a que el ritmo de trabajo de sus técnicos es variable porque no hay división de trabajo operativo teniendo una diferencia promedio de hasta el 13% del tiempo empleado en cada servicio, se registran gran cantidad de movimientos improductivos de hasta el 34,1% originados por la falta de estandarización de los procesos, también se detectó que los clientes interrumpen las labores de los técnicos ingresando al ambiente donde laboran porque no hay adecuada segregación de las áreas operativas y de las áreas de atención al cliente, ocasionando demoras en el servicio.

Ante el problema evidenciado, se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera una propuesta de implementación en los servicios de mantenimiento preventivo de motocicletas de la empresa Tecnimoto Cix incrementará su productividad?; como respuesta a esta interrogante se planteó como objetivo general proponer la implementación del servicio de mantenimiento preventivo en las motocicletas para incrementar la productividad en la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L, y para poder alcanzarlos, se ha determinado los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual del servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L., elaborar propuestas de implementación en el servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. y analizar el beneficio costo de las propuestas de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L.

Se considera que esta investigación tiene un papel muy importante para la empresa, en el aspecto económico, se logrará beneficiar a la empresa mejorando su productividad en relación a sus procesos y métodos de trabajos que permitirán un mejor desenvolvimiento de los operarios. En el aspecto legal, pueda desarrollar sus operaciones de manera que lo soliciten las especificaciones del contrato, brindando un producto de calidad a sus clientes. También, en el aspecto ambiental se evitarán derrame de lubricantes que continuamente se deja en los pisos, perjudicando la salud de las personas que viven cerca a ese lugar y también perjudicando la vida de los operarios, trayendo consigo enfermedades que pueden dañar a ciertos órganos. Por último, en lo social el tema de investigación ayudará a los trabajadores con el manejo de herramientas y equipos adecuados, con esto se pretende mejorar los procesos de mantenimiento beneficiando así la seguridad del cliente quien maneja su motocicleta y evitar así accidentes.

También se va a reducir las actividades improductivas, debido a las propuestas de implementación y con ello se les otorga la oportunidad de que los empleados puedan enfocarse en tareas que logren ofrecer mejores servicios. Adicional a ello, se va a necesitar recurso humano para la supervisión ofreciendo nuevos puestos de trabajo. La presente investigación permite el desarrollo de las herramientas de mejora aprendidas a lo largo de la formación universitaria, logrando la optimización de los procesos e incrementando la productividad de la empresa donde se desarrolla la investigación. Demostrando mi capacidad profesional para afrontar el gran reto de mantener la competitividad a la que se enfrentan las empresas en la actualidad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

J. Quezada *et al* [5], en su artículo científico titulado “Optimization of Motorcycle Assembly Processes Based on Lean Manufacturing Tools”, esta investigación propuso una optimización de procesos mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, con los lineamientos necesarios analizados y verificados mediante simulación computacional en un ensamblador de motocicletas. En primer lugar, la aplicación de una distribución celular, junto con el cambio de sistema productivo, permitió la reducción de distancias, eliminación de movimientos innecesarios y reprocesamiento. Luego, el SMED redujo las actividades innecesarias, evitando los gastos futuros por sobreproducción. Finalmente, El uso de la herramienta 5S implicó mantener el orden y la limpieza dentro de la planta para facilitar la gestión de los recursos internos. Los resultados obtenidos con el estudio reportado son una reducción promedio del 40% en el tiempo de montaje y un aumento promedio en la producción del 30% de todos los modelos de motocicletas que formaron parte del estudio.

Como aporte este artículo, realizó mejoras en base a las herramientas de Lean Manufacturing, donde se aplicó la distribución celular reduciendo los transportes en el proceso, y también se ayudó del SMED para reducir actividades que no generan valor agregado al servicio.

Proaño y Sandoval [6], en el 2017, en su estudio titulado “Estandarización del Proceso de Mantenimiento en el Taller Mecánico de Proauto Mediante un Estudio de Tiempos y Movimientos”, se analizó el mantenimiento preventivo del área de postventa de la empresa Proauto, que es concesionario de la marca Chevrolet en Ecuador y tuvo como objetivo incrementar la productividad, identificando oportunidades de mejora de los métodos de trabajo actual, ya que existió cierto desperdicio e ineficiencias por falta de estandarización. Con este proceso de trabajo se tuvo como objetivo recabar información a través del método de observación directa del trabajo y sus herramientas, formatos de recolección de datos, entrevistas y reuniones con el personal involucrado. Para ello se consideró la calidad, los tiempos de despacho, desarrollo de actividad y herramientas, para la implementación de una propuesta para la mejora de métodos de trabajo, estandarización de tiempos, actividades, herramientas e insumos. Finalmente, las propuestas de mejora se constituyeron en base herramientas Lean Manufacturing como la metodología SMED y estudio de tiempos, pudiendo reducir los tiempos en 20% y las distancias recorridas en 71%.

Como aporte esta investigación en un taller mecánico, aplicó un estudio de tiempos y movimientos, tomando como herramientas el Diagrama de Actividades del Proceso, el Diagrama Bimanual y el Diagrama de Recorrido, luego aplicó estandarización de tiempos teniendo en cuenta los lineamientos de la Organización Internacional de Trabajo (OIT).

Muhammad [7], en el 2016, en su estudio “Increasing efficiency of line M123 through the application of time study and line balancing method (case study at pt xy)”, indicó que el objetivo de esta investigación fue el aumento de la eficiencia de la línea M123. Las causas fundamentales fueron la baja eficiencia de los operadores. Debido a eso, la salida no coincidió con el objetivo y las horas extras deben seguir ejecutándose. Para la problemática de la empresa, la causa raíz se atacó haciendo el estudio de tiempo antes del balance de línea. Luego se aplicó estandarización de tiempos, con ello se precisó el número de operadores adecuado con el método de balance de línea, y se rediseñó la planta. El resultado muestra que la eficiencia pudo incrementarse en un 32,89% desde el 57,11% hasta el 90%. La salida objetivo también se pudo lograr junto con el número de reducción de operador. Por lo tanto, el costo se redujo.

Como aporte este estudio, realizó un estudio de tiempos, para determinar el tiempo estándar de cada proceso y en base a ello, realizó el balance de línea determinando el número necesario del personal, con ello la eficiencia logró aumentar.

Ikhwan, Sugarindra y Suryoputro [8] en el año 2019, en su artículo “Single Minute Exchange of Dies as The Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in Automotive Part Industry”, se indicó que la competencia industrial que hoy en día exige a los fabricantes de automóviles aumentar la productividad y organizar la producción ajustada para cumplir todos los objetivos. El fabricante del eje trasero, uno de la industria automotriz en 2018, experimentó limitaciones de producción que no pudieron cumplir los objetivos de producción. El proceso de configuración no estaba estandarizado, ni se llevó a cabo manualmente, y entrañaba un reajuste de la plantilla del motor, lo que daría lugar a un largo período de transición, ya que el proceso se llevaba a cabo repetidamente. El objetivo de este estudio fue optimizar las actividades de configuración para reducir el tiempo de transición. El método de intercambio de matrices de un solo minuto (SMED) fue una de las herramientas aplicables para reducir el cambio a lo largo del tiempo, mediante el cambio de las actividades internas en actividades externas. En la etapa final, SMED simplificó el proceso de ajuste de plantilla cambiando el diseño de plantilla en la máquina M16.3 y paralelizando las operaciones de configuración y proceso de la máquina. Los resultados finales mejoraron el 33% del tiempo total de cambio, de 58,36 a 39,22 minutos.

Como aporte este artículo, realizó un estudio de tiempos para su estandarización, y un estudio de movimientos ayudándose con la herramienta SMED, a eliminar la mayor parte de actividades internas, y si no fue posible, cambiarlas a actividades externas, modificándose el flujo del proceso productivo.

Cevikcan y Selcuk [9], en el 2016 en su estudio “Tempo rating approach using fuzzy rule based system and westinghouse method for the assessment of normal time”, refirieron que la calificación de Tiempo que pretende obtener el tiempo exacto para los trabajadores es un proceso importante para las solicitudes de estudio del tiempo. Fue posible alcanzar el tiempo normal después de encontrar los valores de tiempo precisos. El método británico, basado en los factores de habilidad, esfuerzo, condiciones ambientales y consistencia, fue considerado como uno de los métodos bien conocidos entre los enfoques de clasificación de tiempo. Sin embargo, se utilizan valores numéricos nítidos con términos lingüísticos para evaluar cada factor en el método de británico. En este estudio, se propuso una metodología basada en reglas difusas debido al entorno del proceso de toma de decisiones de la calificación de tiempo. La metodología desarrollada incluyó reglas difusas para determinar las puntuaciones de evaluación de cada factor. El sistema de clasificación propuesto se aplicó en un sistema de producción de

barras de autobús para demostrar su validez. El sistema de calificación propuesto ofreció un alto nivel de concisión sobre la base de un sistema de tiempo de movimiento predeterminado.

El aporte de este artículo, realizó un estudio de tiempos en base al método británico para el factor de valoración, debido a que esta calificación es la más concisa y la más utilizada en los estudios. En base al factor de valoración obtenido, al tiempo promedio y a los tiempos suplementarios determinados por la OIT, se encontró el tiempo estándar.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Servicio

En el presente trabajo se tomará la definición de Servicio como la actividad proporcionada por el oferente que busca satisfacer las necesidades de los demandantes con calidad [10].

2.2.2. Mantenimiento

2.2.2.1. Definición

Serie de metodologías destinadas a mantener la maquinaria y los equipos en correcto uso para que no disminuya su valor, y se conserve por mucho más tiempo disponible y con el eficiente rendimiento [11].

2.2.2.2. Mantenimiento preventivo

Tiene por finalidad conocer el estado actual de cada sistema, de todos los equipos y programar así el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno [12].

A. Ventajas del mantenimiento preventivo

Las principales ventajas frente a otros tipos de mantenimiento estriban en [19]:

Reducir la frecuencia de las paradas para sacar provecho y poder efectuar las reparaciones al mismo tiempo.

Aprovechar el momento más oportuno, tanto para producción como para mantenimiento, para realizar las reparaciones.

Prepara y aprovisionar los utillajes y piezas de recambio necesarios.

Distribuir el trabajo de mantenimiento de una manera más uniforme evitando puntas de trabajo y optimizando la plantilla.

En muchos casos evitar averías mayores como consecuencia de pequeños fallos, en particular los de los sistemas de seguridad.

2.2.3. Definición de motocicleta

Vehículo de dos ruedas que es impulsado por un motor. Su estructura base consta de un cuadro y ruedas. Una rueda es la directriz (delantera) y la otra es motriz (trasera) [13].

Es un vehículo de dos ruedas impulsado por un motor. El cuadro y las ruedas constituyen la estructura fundamental del vehículo. La rueda directriz es la delantera y la rueda motriz es la trasera.

Vehículo de dos ruedas sin sidecar, provisto de un motor de cilindrada superior a 50 cc, si es de combustión interna, y/o con una velocidad máxima por construcción superior a 45 Km/h.

2.2.3.1. Mantenimiento preventivo de motocicletas

Este debe darse periódicamente para que todos y cada uno de sus sistemas tenga un funcionamiento eficiente. Antes de poner en práctica conocimientos propios de la mecánica, es recomendable acudir de forma continua a un taller especializado para mantener en óptimas condiciones de uso a la motocicleta. Es fundamental entender que la realización de ciertas comprobaciones en la moto cada cierto tiempo le da la posibilidad al vehículo de alargar su vida útil e incrementar la seguridad durante los desplazamientos [14].

2.2.3.2. ¿Qué se debe revisar en el mantenimiento de motos?

Aceite del motor: se debe realizar al menos una revisión al mes o como máximo cada 6.000 kilómetros [14].

Neumáticos: las ruedas cumplen un rol esencial en la seguridad de una moto, debido a que son el único punto de contacto con el asfalto. Es por esto que se aconseja revisarlos permanentemente y con mucho más detalle si se desea realizar un viaje.

Frenos: abarcar la totalidad del conjunto de frenos, incluyendo un cambio cada dos años del líquido y una revisión cada 6 000 km o una vez por año. Asimismo, inspeccionar las pastillas de freno.

Líquido refrigerante: es de suma importancia mantener el nivel de este líquido cada 1 000 km aprox. Sin embargo, se debe revisar una vez al mes el color y si ha tenido un descenso brusco.

Filtro de aceite: el mejor mantenimiento preventivo del filtro de aceite es el que indica el fabricante en cuanto a limpieza y sustituciones. Aun así, es aconsejable poner uno nuevo cada vez que se cambia el líquido o como máximo cada 12 000 kilómetros. Asimismo, se debe reemplazar cada 4 años.

Cadena: se debe limpiar, engrasar y tensar. El engrasado es necesario hacerlo cada 3 000 km aproximadamente y siempre que se haya conducido bajo la lluvia. En cuanto a la tensión, se aconseja hacerlo cada 1.000 kilómetros.

Limpieza general de la moto: si se desea lograr un buen mantenimiento de la moto, es necesario limpiarla una vez por semana, incluyendo también la puesta a punto de los asientos.

Luces: se deben examinar los faros con cierta frecuencia y sustituir las bombillas cada dos años o después de haber recorrido 50 000 kilómetros.

Transmisión: se debe lubricar y limpiar cada dos o tres meses la cadena de transmisión, asimismo comprobar la tensión de esta cadena después de 500 kilómetros.

2.2.4. Estudio de tiempos con cronómetro

Los estudios de tiempos con cronómetro, son generalmente analizados como tiempos básicos, cuyo objetivo es registrar los tiempos de ejecución de la labor del trabajador, bajo observación directa, usando el cronómetro, video y/o cronógrafo; evaluando y comparando resultados de acuerdo a las normas establecidas. Sin embargo, estudiar los tiempos toma las siguientes consideraciones [15]:

1. Seleccionar el trabajo.

La toma de tiempos se realizó teniendo en cuenta el cuadro de Mundel, mostrado en la tabla 1, para lo que se realizaron 10 observaciones preliminares para los tiempos menores a 2 minutos y 5 observaciones preliminares para tiempos mayores a 2 minutos, esto debido a que en tiempos cortos hay una mayor probabilidad de desviación.

Tabla 1. Tabla de valoraciones de Mundel

(A-B)/(A+B)	Serie inicial de		(A-B)/(A+B)	Serie inicial de	
	5	10		5	10
0,05	3	1	0,28	93	53
0,06	4	2	0,29	100	57
0,07	6	3	0,30	107	61
0,08	8	4	0,31	114	65
0,09	10	5	0,32	121	69
0,10	12	7	0,33	129	74
0,11	14	8	0,34	137	78
0,12	17	10	0,35	145	83
0,13	20	11	0,36	154	88
0,14	23	13	0,37	162	93
0,15	27	15	0,38	171	98
0,16	30	17	0,39	180	103
0,17	34	20	0,40	190	108
0,18	38	22	0,41	200	114
0,19	43	24	0,42	210	120
0,20	47	27	0,43	220	126
0,21	52	30	0,44	230	132
0,22	57	33	0,45	240	138
0,23	63	36	0,46	250	144
0,24	68	39	0,47	262	150
0,25	74	42	0,48	273	156
0,26	80	46	0,49	285	163
0,27	86	49	0,50	296	170

Fuente: [16]

2. Seleccionar un operario “calificado”. Existen varios factores que influyen en el ritmo de trabajo de un empleado, los más comunes son:

Variaciones en la calidad de los materiales.

Eficiencia de los equipos.

Variaciones en la concentración de los trabajadores.

Cambios de clima y medio ambiente (temperatura, luz, ruido, etcétera).

Estado de ánimo.

3. Análisis del trabajo para conocer detalles de los componentes de una tarea.
4. Dividir trabajo en elementos del análisis del trabajo. Algunas recomendaciones para esta división son:

Verificar que todos los elementos de trabajo son absolutamente necesarios.

Separar los tiempos de ejecución de las máquinas de los efectuados por el ser humano.

Identificar si los elementos son constantes con variables, es decir, si la actividad se ejecuta de forma consistente siempre que se realiza el trabajo o es resultado de alguna circunstancia repentina.

Seleccionar elementos de tal manera que sea posible identificar su inicio y terminación por algún sonido, señal luminosa, etcétera. Esto permitirá seleccionar los elementos que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

5. Efectuar mediciones de prueba y ejecutar una muestra inicial.
6. Determinar el tamaño de la muestra.

$$\text{Número de observaciones} = \left(\frac{40 * \sqrt{\text{tamaño muestra inicial} * \text{sumatoria (obs)}^2 - (\text{sumatorias obs}^2)}}{\text{sumatoria de la obseraciones}} \right)$$

Por ejemplo, supóngase que un analista de tiempos realizó una muestra inicial de 10 observaciones. Los resultados se muestran en la tabla 2 [15].

Tabla 2. Muestra inicial con 10 observaciones

Muestra inicial		
Núm	Observaciones (min)	(Observaciones)²
1	2,5	6,25
2	2,9	8,41
3	3,1	9,61
4	2,4	5,76
5	2,6	6,76
6	2,5	6,25
7	2,4	5,76
8	2,8	7,84
9	2,7	7,29
10	2,8	7,84

Aplicando la fórmula anterior, el número de observaciones a realizar para un ET sería:

$$\text{Número de observaciones} = \left(\frac{40 * \sqrt{10 * 71,77 - (26,7)^2}}{26,7} \right)$$

Otra forma de determinar el tamaño de la muestra del estudio es por medio de tablas. Éstas permiten calcular de manera muy sencilla el número de observaciones que se deben realizar al cumplirse algunas condiciones. H.B. Maynard desarrolló algunas de las tablas más conocidas al realizar estudios de MT para la compañía General Electric. Un ejemplo de utilización de estas tablas indica que para operaciones cuya duración ascienda hasta dos minutos, se deberán realizar 20 observaciones; si el trabajo analizado dura hasta 40 minutos, las observaciones a realizar serán sólo cinco [15].

7. Cronometrar. Es la medición del tiempo de ejecución con un cronómetro o algún otro instrumento.

8. Calificar la actuación del operario. La norma británica (conocida también como escala 0-100) utiliza los criterios de evaluación mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Criterios de evaluación

Escala	Descripción del desempeño del individuo
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, operador somnoliento, sin interés en el trabajo
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien supervisado. Parece lento, pero no pierde tiempo voluntariamente
100 (Ritmo estándar)	Trabajador activo y capaz; operario calificado promedio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijada
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, superior al ritmo estándar
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intensos sin probabilidad de durar así por periodos largos de tiempo

Fuente: [17]

Si el ritmo de trabajo observado en el empleado es inferior al ritmo estándar, el ingeniero analista de tiempos deberá asignar un factor menor de 100. Si por el contrario, el ritmo de trabajo es superior al ritmo tipo, deberá emplearse un factor mayor de 100. La evaluación se utiliza para determinar el tiempo básico, que es aquel que el operario demoraría en ejecutar una actividad a ritmo estándar. El tiempo básico se determina de la siguiente manera [15]:

$$\text{Tiempo básico} = \text{tiempo observado} * \frac{\text{Calificación}}{\text{Ritmo estándar}}$$

Por ejemplo, imagine que en un ET el analista ha determinado dos tiempos observados (promedio de los tiempos cronometrados) para una misma actividad. La observación A registró una duración promedio de 1.6 minutos y la observación B de 2.5 minutos. Ahora supóngase que el operario, al ejecutar la observación A, fue calificado con 125 (véase tabla anterior), mientras que en la segunda observación mostró un desempeño inferior, que fue calificado con 80. Los tiempos básicos para ambas observaciones son [15]:

$$\text{Tiempo básico A} = 1,6 * \frac{125}{100} = 2 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo básico B} = 2,5 * \frac{80}{100} = 2 \text{ min}$$

A continuación, se muestran algunas recomendaciones de tolerancias a añadir al tiempo estándar hechas por la Organización Internacional del Trabajo:

Tabla 4. Recomendaciones de tolerancias a añadir al tiempo estándar

A. Tolerancias constantes:	Añadir %
1) Tolerancia por necesidades personales	5
2) Tolerancia básica por fatiga	4
B. Tolerancias variables:	
1) Tolerancia por ejecutar el trabajo de pie	2
2) Tolerancia por posiciones anormales en el trabajo:	
a) Ligeramente molesta	0
b) Molesta (cuerpo encorvado)	2
c) Muy molesta (acostado, extendido)	7
3) Empleo de fuerza o vigor muscular (esfuerzo para levantar, tirar, empujar), determinado por el peso levantado (en kilogramos y libras, respectivamente):	
a) 2.5 kg/5 lb	0
b) 5/10	1
c) 7.5/15	2
d) 10/20	3
e) 12.5/25	4
f) 15/30	5
g) 17.5/35	7
h) 20/40	9
i) 22.5/45	11
j) 25/50	13
k) 30/60	17
l) 35/70	22
4) Alumbrado deficiente:	
a) Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b) Muy inferior	2
c) Sumamente inadecuado	5
5) Condiciones atmosféricas (calor y humedad) variables.	0 a 10
6) Atención estricta:	
a) Trabajo moderadamente fino	0

b) Trabajo fino o de gran cuidado	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7) Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente-fuerte	2
c) Intermitente-muy fuerte	5
d) De alto volumen-fuerte	5
8) Esfuerzo mental:	
a) Proceso moderadamente complicado	1
b) Complicado o que requiere amplia atención	4
c) Muy complicado	8
9) Monotonía:	
a) Escasa	0
b) Moderada	1
c) Excesiva	4

10. Cálculo del estándar. El último paso en un ET es el cálculo del tiempo estándar o tiempo tipo. Para su determinación es necesario calcular el tiempo básico (resultado de la calificación del desempeño Del empleado) y añadir el tiempo por compensación tolerancias.

Fuente: [17]

2.2.5. Muestreo del trabajo

El muestreo de trabajo es la versión más simple del estudio de MT. Su objetivo principal no es la determinación de estándares ni la medición de tiempos de operación; lo único que busca un estudio de muestreo es determinar proporciones de tiempo basados en observaciones aleatorias 12 que justifiquen su validez estadística. Piense, por ejemplo, que se desea estimar la proporción de tiempo ocioso de una máquina o de un empleado con relación al tiempo total de la jornada de trabajo; intuitivamente, se procedería a hacer observaciones repentinas, anotando el estatus del objeto de estudio (activo/inactivo); por supuesto, entre más observaciones repentinas se hagan, es más probable estimar acertadamente la proporción del tiempo que la maquinaria/individuo se encuentra en actividad/inactividad. Para que este análisis tenga validez estadística, es decir tenga un cierto nivel de confianza y exactitud de que las proporciones obtenidas son efectivamente ciertas, el ingeniero hará uso de principios matemáticos de probabilidad y estadística para determinar el número mínimo de observaciones aleatorias que tiene que realizar [15].

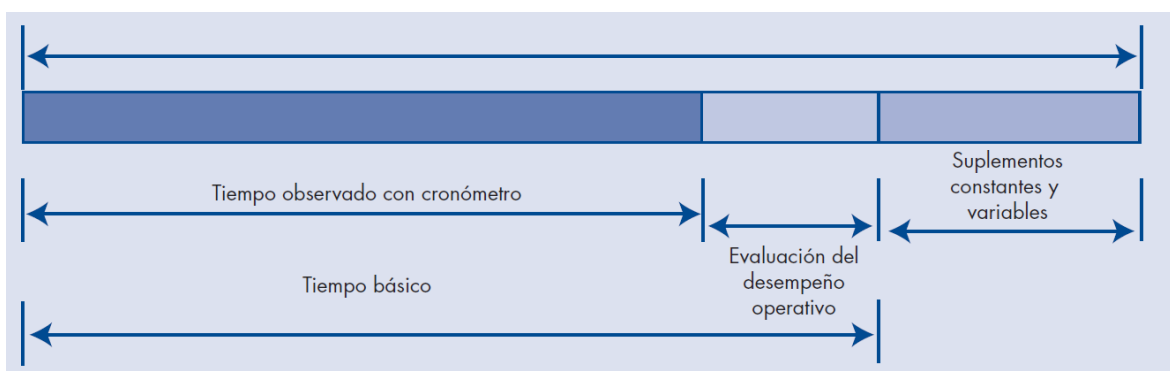


Figura 1. Composición del tiempo estándar.

Fuente: [15]

2.2.6. Diagrama de causa-efecto (Ishikawa)

Constituye una herramienta que nos permite identificar las causas de un problema, producto o característica de calidad. Es así que esta gráfica establece la relación entre los factores y su efecto. También se le conoce como diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, debido a que tiene esta apariencia [18].

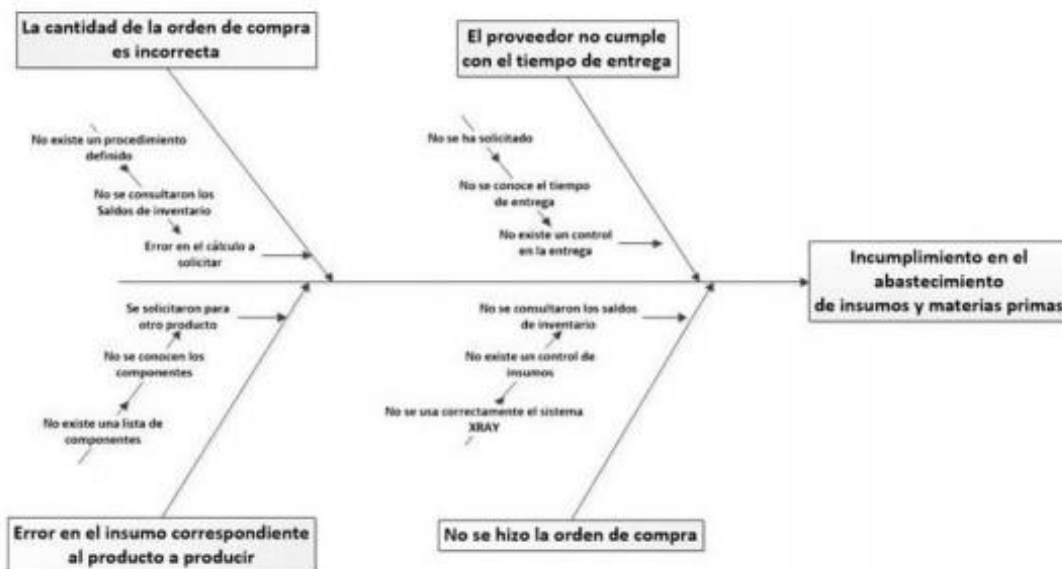


Figura 2. Diagrama de Ishikawa

Fuente: [18]

2.2.7. Diagrama de Pareto

Es una herramienta que permite establecer prioridad de los problemas o qué causas lo originan. Así como la identificación de un producto o servicio para el análisis de la mejora de la calidad. También es conocida como curva 80 - 20 [19].

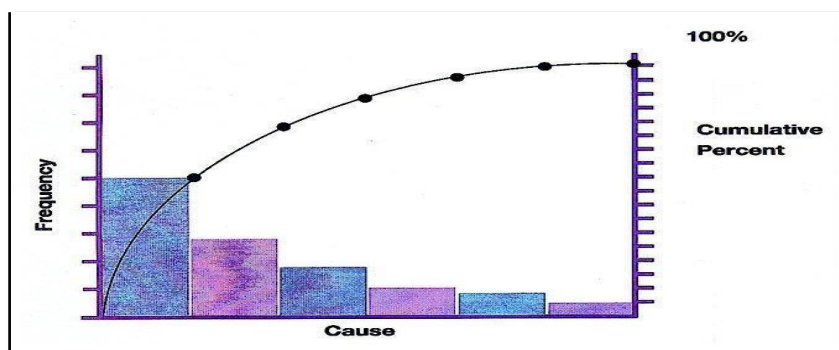


Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente: [19]

2.2.7.1. Pasos para construir un Diagrama de Pareto [19].

- Determinar el problema o efecto a estudiar.
- Investigar los factores o causas que provocan ese problema y como recoger los datos referentes a ellos.

Anotar la magnitud de cada factor. En el caso de factores cuya magnitud es muy pequeña comparada con la de los otros factores incluirlos dentro de la categoría “Otros”.

Ordenar los factores de mayor a menor en función de la magnitud de cada uno de ellos.

Agrupar en un cuadro los porcentajes de la data obtenida.

Realizar un gráfico de barra y trazar el gráfico lineal.

2.2.8. Diagrama de Gantt

Este diagrama es frecuentemente utilizado en la planificación y control de operaciones. Es elaborado previo al inicio del proyecto y se representa mediante barras horizontales cada actividad del proyecto y tan largas será las barras como dure la actividad y de acuerdo al orden en que se van a realizar [20].

2.2.9. Diagrama de operaciones

Establece la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones realizadas para obtener un producto. Así como los detalles de manufactura, los materiales y tiempos.

Se utilizan 4 símbolos:

2.2.9.1. Principales

Operación: es toda aquella actividad que hace avanzar el material o elemento un paso más hacia el final, o modificando su forma, o su composición química, o añadir o quitar elementos, o preparar cualquier actividad que favorezca la terminación del producto. Este se denota con un círculo de 10mm de diámetro.

Inspección: Es el examen que se hace como requisito del proceso en cualquiera de sus partes, para determinar conformidad con un estándar preestablecido que puede ser cualitativo o cuantitativo (especificaciones del producto). Se denota por un cuadrado cuyas aristas tienen un tamaño de 10mm.

2.2.9.2. Auxiliares

Línea de flujo: sirve para conectar los símbolos principales en cualquiera de sus órdenes. La línea de flujo muestra el curso o flujo general del proceso.

Línea conectora: sirve para mostrar toda entrada de material que tenga el proceso en cualquiera de sus partes. Dichos materiales deberán ser parte integrante del producto únicamente. Se representa como una línea horizontal.

2.2.10. Diagrama de flujo del proceso

En el que detalladamente se analiza todo el proceso, identificando los costos ocultos. Además de los símbolos que contiene este diagrama, incluyen los siguientes [20]:

2.2.10.1. Transporte

El cual se define como todo desplazamiento de personas realizado en la planta mayor a 1,5 mts.

2.2.10.2. Retraso

Toda acumulación de materiales entre dos operaciones por una causa que puede ser controlada o susceptible de ser mejorada.

2.2.10.3. Almacenamiento

Toda acumulación de materiales entre dos operaciones, cuya causa es debida a un requisito del proceso.

2.2.11. Diagrama Bimanual

Para García, el diagrama bimanual refleja cada uno de los movimientos efectuados por la mano izquierda y la mano derecha y su relación entre ellas. Además, sirve para analizar operaciones repetitivas (p.79) [21].

Diagrama bimanual				Diagrama del área de trabajo			
Diagrama número:		Hoja número:		Diagrama del área de trabajo			
Operación analizada:							
Actividad:							
Método actual / propuesto							
Lugar:							
Operario:							
Hecho por:							
Descripción mano izquierda	Símbolo	Tiempo	Escala de tiempo	Tiempo	Símbolo	Descripción mano derecha	
Toma pieza	○		5 s		○	Toma tornillo	
Sujeta pieza	D		10 s		○	Posiciona tornillo	
			15 s		○	Toma desarmador	
			20 s		○	Posiciona desarmador	
			25 s		○	Gira desarmador	
			30 s		○		
			35 s		○	Toma tornillo	
			40 s		○	Posiciona tornillo	
			45 s		○	Toma desarmador	
			50 s		○	Posiciona desarmador	
			55 s		○	Gira desarmador	
TOTALES							

Figura 4. Estructura general de un diagrama bimanual

Fuente: [15]

2.2.12. Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido es un plano del lugar de trabajo, indicando maquinaria, muebles y almacenes. Es útil para reorganizar la planta ya que se logra acortar transportes, encontrar nuevas áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. [22]

Para empezar, se debe contar con un plano con la distribución actual de las áreas a considerar para la reorganización, después se deben trazar los recorridos que siguen los materiales o trabajadores durante el proceso de fabricación. El sentido del desplazamiento de materiales o trabajadores se indica colocando flechas en el recorrido trazado. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada ruta.

2.2.13. Productividad

Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. La productividad es un mejoramiento de un ciclo de trabajo, incremento que implica mantener los productos en su ritmo de producción [23].

La productividad requiere de la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). Es decir [24]:

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

De esta forma, surgen algunos problemas como: definir el sistema, indicar cómo pueden expresarse sus entradas y salidas, y considerar cómo medir la productividad.

La medición de la productividad es a veces bastante directa, por ejemplo, cuando es medida como horas de mano de obra por tonelada de un producto específico de acero, o como la energía necesaria para generar un kw de electricidad. Pero en muchos casos, existen problemas sustanciales para llevar a cabo esta medición. Algunos de los problemas de medición son [24]:

1. La especificación del producto puede variar mientras la cantidad de insumos y salidas permanece constante. Compare un aparato de radio actual con uno antiguo. Ambas radios, pero solo unas cuantas pueden negar que la tecnología ha mejorado.
2. Los elementos eternos pueden causar un crecimiento o disminución en la productividad por el cual el sistema puede no ser directamente responsable. Un servicio eléctrico más confiable puede mejorar de gran manera la producción, de ahí que la mejora en la productividad de la empresa se deba más a este sistema de soporte que a las decisiones administrativas que se hayan tomado.

2.2.13.1. Productividad de mano de obra

Es una relación entre la producción y la mano de obra ocupada y refleja que tan bien se está utilizando dicha mano de obra en el proceso productivo. Además, permite

estudiar las variaciones en el desarrollo del trabajo, en la movilidad ocupacional, en proyección de requerimientos futuros de mano de obra, evaluar el comportamiento de los costos laborales, comparar entre diversos actores los avances de productividad, etc. [25]

Entonces, la productividad laboral o de mano de obra es la medición que relaciona lo producido por unidad de tiempo, generalmente expresado en horas hombre (HH) u Hombre día (HD). Por ejemplo, la cantidad de servicios realizados por hombre día o las horas hombre utilizadas. Se desprende de lo anterior que como la productividad laboral actúa en términos de mano de obra, es sinónimo de rendimiento.

2.2.14. SMED

2.2.14.1. Funcionamiento y metodología del smed

La metodología del Smed se implementa con la finalidad de reducir tiempos al utilizar las herramientas. Según Shingo debe considerarse dos tipos de operaciones.

Operación interna: Se realizan con la máquina estática.

Operación externa: Se realiza con la máquina operativa.

Tiene por objetivo detectar las operaciones para clasificarlas. Es así que ambos tipos de operación es adoptada en lo posible y reducirlos, logrando su estandarización. Con la perfección del método, el cual forma parte del proceso de mejora continua del flujo de valor. Siendo los cambios rápidos de herramienta los que originan la fábrica de lotes reducidos y disminuyendo la frecuencia de entrega.

La implantación del SMED se divide en diferentes etapas:

1. Etapa preliminar: es aconsejable empezar con la filmación de la actividad para determinar qué movimientos innecesarios se realizan para desecharlos. En esta etapa se analiza minuciosamente el proceso inicial de cambio, realizando las siguientes acciones:

Se deben registrar tiempos de cambio (tiempo medio y variabilidad).

Analizar las condiciones actuales de cambio (cronometraje, entrevistas a operarios, grabar en video y mostrarlo posteriormente a los trabajadores...).

Esta etapa es de gran ayuda al inicio del proceso de mejora y realizar todos los pasos de manera correcta puede evitar posteriores modificaciones.

2. Primera etapa: aquí se separan las actividades internas de las eternas, así mismo es necesario realizar un listado de las actividades que se realizan para que posteriormente se puedan clasificar en eternas e internas. La preparación de herramientas debe realizarse con la máquina en marcha. Es por esto, que se realizará una lista a fin de comprobar cada una de las tareas y sus pasos necesarios se debe incluir todas las especificaciones de las mismas. Así se asegurarán las correctas aplicaciones de la operación.
3. Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas: la finalidad de esta segunda etapa es la de suprimir el tiempo improductivo. Aquí también se analizan las actividades internas, que son aquellas que se efectúan con un paro de máquina, y se trata de pasarlas a externas o de no ser posible, eliminarlas.

el objetivo de esta etapa es suprimir el tiempo que no agrega valor al proceso, es decir, eliminar el tiempo improductivo. En esta etapa se analizan todas las actividades internas, que son las que se realizan con un paro de máquina, y se trata de convertirlas en externas o en el caso de no ser posible, se intenta eliminarlas.

Comprobación de que los pasos no se están erróneamente considerados como internos.

Prerreglaje de herramientas.

Eliminación de ajustes: las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación.

Estos ajustes, son asociados con la posición de piezas y troqueles, pero una vez realizado el cambio, se demora un tiempo hasta obtener una pieza de calidad.

4. Tercera etapa: se dedica a perfeccionar ambas tareas, considerando los aspectos de preparación de la operación. Es decir, factibilizar la optimización de las tareas. Tarea muy compleja que precisa un alto nivel del detalle e imaginación en el diseño de los dispositivos y elementos de sujeción, logrando una mejora significativa y comercializar su estandarización en el mercado.

Como conclusión, el SMED rompe con el mito de que los cambios de útiles o preparaciones de la maquinaria requieren mucho tiempo. Todo lo que conlleva la aplicación del smed se traduce en beneficios y ventajas para la industria como se ha

ido comentando a lo largo de este artículo. Reducción de costes, de inventario y disminución en el tamaño de lote son tan solo algunos de los beneficios que se pueden llegar a obtener.

2.2.15. Balance de línea

Constituye un elemento crítico para la productividad de una empresa, su finalidad es encontrar una distribución de la capacidad adecuada que garantice un uniforme y continuo flujo de los productos, empleando los distintos procedimientos en la planta y determinando la manera de igualar los tiempos de trabajo en cada estación, para lograr el máximo provecho posible de la mano de obra y del equipo, y así reducir o eliminar el tiempo ocioso [26].

Para determinar la eficiencia del balanceo de una línea, es necesario dividir el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo requeridas, por el tiempo de ciclo asignado.

$$E = \frac{\sum t_{tareas}}{(N^{\circ}real ET) * (TC_{asignada})}$$

Donde:

Tiempo de tareas (t_{tareas}): es el tiempo que lleva hacer el producto.

Tiempo de ciclo (TC): es el lap de tiempo que pasa para que los productos terminados abandonen la línea de operación o de producción. Si el tiempo requerido en cualquier estación supera el disponible para un trabajador, se deben adicionar más trabajadores. [26]

$$TC = \frac{t \text{ produc. disponible por día}}{\text{Unidades requeridas por día}}$$

El número mínimo teórico de trabajo (ET=estación de trabajo): viene a ser el tiempo total de duración de las tareas, dividido entre el tiempo del ciclo:

$$N^{\circ}min. ET = \sum_{i=1}^n \frac{t \text{ para tarea } i}{TC}$$

2.2.16. Celdas de trabajo

Son distribuciones orientadas al proceso. Estas celdas emplean maquinaria que inicialmente están dispersas en diferentes departamentos de proceso y las agrupa de manera que se logren las ventajas de los sistemas orientados al producto y así poder soportar un lote en particular o una familia de lotes [27].

La celda de trabajo se construye alrededor del producto. Las ventajas de las celdas de trabajo son [27]:

1. Inventario reducido de trabajo en proceso, debido a que la celda de trabajo se define con el fin de ofrecer un flujo balanceado entre máquina y máquina.
2. Se requiere menor espacio de piso, por que, al acomodar el inventario de trabajo en proceso, se necesita menos espacio entre las máquinas distribuidoras en el área.
3. Inventarios reducidos de materias primas y de bienes terminados, porque el menor trabajo en el proceso permite un movimiento más rápido de materiales a través de la celda de trabajo.
4. Costo reducido de la mano de obra directa debido a un mejor flujo de materiales y una programación mejorada. El tiempo para moverse desde una pieza a la otra y desde un lote dentro de la familia a otro se reduce sustancialmente.
5. Gran sentimiento de participación del empleado en la organización y en el producto, por que los empleados aceptan mayor responsabilidad para la calidad, porque los problemas de calidad ya se han identificado con la celda de trabajo y el empleado.
6. Mayor utilización del equipo y de la maquinaria debido a la mejor programación y el flujo de materiales más acelerado.
7. Inversión reducida en maquinaria y equipo debido a que una buena utilización de las instalaciones reduce el número de máquinas y la cantidad de equipo y herramientas.

Tabla 5. Ejemplos de celda de trabajo

Celda de trabajo	Centro de trabajo enfocado	Fabrica enfocada
Una celda de trabajo es un arreglo temporal de maquinas y personal orientados al producto en lo que generalmente es una instalación orientada al proceso.	Un centro de trabajo enfocado es un arreglo permanente de maquinas y personal orientados al producto que normalmente es una instalación orientada al proceso.	Una fábrica enfocada es una instalación permanente, donde se producen bienes o componentes en una instalación orientada al producto. Muchas de las fábricas enfocadas, que actualmente se construyen en Estados Unidos, fueron originalmente parte de una instalación enfocada al proceso.
Ejemplo: un taller con maquinaria y personal reacomodado para producir 30 paneles de control únicos.	Ejemplo: manufacturas de mensulas para tubería en un astillero.	Ejemplo: una planta para producir mecanismos de ventaja para automóviles.

Fuente: [27]

Los requerimientos para la producción celular incluyen [27]:

1. Códigos de tecnología de grupo o su equivalente;
2. Un alto nivel de entrenamiento y flexibilidad de parte de los empleados;
3. Ya sea soporte de asesoría o bien, empleados flexibles, con imaginación para establecer, desde el inicio las celdas de trabajo.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnosticar la situación actual del servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L

3.1.1. La empresa

3.1.1.1. Datos generales

La empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. con RUC N° 20601431964, esta empresa se dedica al servicio de mantenimiento, reparación y revisión del sistema eléctrico de distintas marcas de motos, y principalmente es el distribuidor autorizado de la marca BAJAJ, su constitución rige de agosto del 2016. El nombre de su gerente y propietario es De la Cruz Paz Johony Armando y se encuentra ubicada en la ciudad de Chiclayo, situado en la calle Antonio Raimondi N° 117, como se muestra en la figura 5.

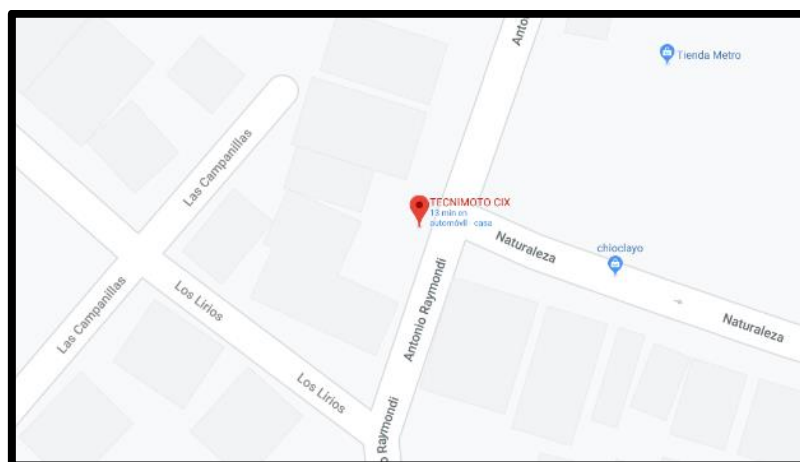


Figura 5. Mapa de la ubicación de la Empresa TECNIMOTO CIX

3.1.1.2. Organización interna

La empresa TECNIMOTO CIX tiene el esquema organizacional como se muestra en la figura 6, contando con administrador, contador, 4 técnicos de mantenimiento y un operario de lavado.

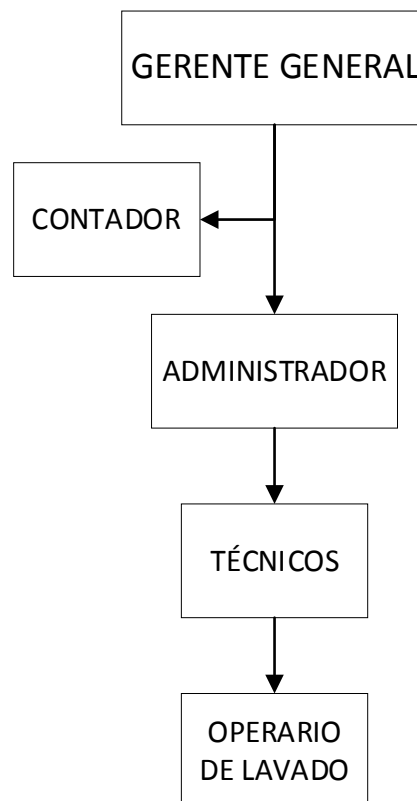


Figura 6. Organigrama de la empresa

3.1.1.3. Personal interno

La empresa TECNIMOTO CIX cuenta con 8 personas como empleados, de las cuales 5 personas son del área operacional que consiste en 4 operarios que tienen de formación académica de técnicos en mantenimiento y un ayudante en lavado de motocicletas, y un administrador, un contador y un gerente, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Factor humano de la empresa TECNIMOTO CIX

PERSONAL	
GERENTE	1
ADMINISTRADOR	1
CONTADOR	1
OPERACIONAL	5
Técnicos (4)	
Ayudante de lavado (1)	
TOTAL	8

3.1.1.4. Horario de trabajo

El horario de trabajo es de lunes a viernes de 08:00 a.m. a 01:00 p.m. y de 3:00 p.m. a 6:00 p.m. y los sábados de 08:00 a.m. a 03:00 p.m., los clientes se atienden en orden de llegada y los que no logran alcanzar turno el mismo día, separan turno para el día siguiente teniendo preferencia de atención.

3.1.2. Servicio de mantenimiento preventivo

3.1.2.1. Ventas históricas

En la tabla 7 se detallan las ventas históricas anuales desde el año 2017 hasta el año 2019, en donde se observa un incremento. Por lo tanto, se encuentra un respaldo para realizar mejoras ya que la demanda seguirá en aumento por los años siguientes.

Tabla 7. Ventas históricas anuales de la empresa TECNIMOTO CIX

AÑOS	VENTAS (Soles)
2017	S/ 277 482,00
2018	S/ 299 347,00
2019	S/ 304 440,00

En la tabla 8 se detalla mensualmente las ventas realizadas por la empresa TECNIMOTO CIX del año 2019 la cual se realizó en base al Anexo A donde se encontró que la motocicleta con mayores ingresos son el modelo Pulsar con cilindrada 135 con un sistema carburado, en donde se encuentra que el mes con mayores ventas es diciembre, y el mes con menores ventas es de agosto.

Tabla 8. Ventas mensuales de la empresa TECNIMOTO CIX del año 2 019

MES	VENTA DE REPUESTOS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	REPARACION	INSPECCION ELECTRICA	CAMBIO DE BARRAS	CAMBIO DE ARRASTRE	CAMBIO DE CHAPAS	OTRO	TOTAL
Enero	S/886,00	S/21 705,00	S/2 600,00	S/650,00	S/600,00	S/900,00	S/850,00	S/700,00	S/28 891,00
Febrero	S/798,00	S/20 665,00	S/3 620,00	S/600,00	S/1 100,00	S/850,00	S/830,00	S/800,00	S/29 263,00
Marzo	S/785,00	S/19 570,00	S/3 590,00	S/650,00	S/850,00	S/950,00	S/900,00	S/800,00	S/28 095,00
Abril	S/764,00	S/21 420,00	S/2 600,00	S/600,00	S/800,00	S/700,00	S/750,00	S/700,00	S/28 334,00
Mayo	S/767,00	S/19 543,00	S/3 580,00	S/650,00	S/550,00	S/800,00	S/800,00	S/750,00	S/27 440,00
Junio	S/734,00	S/20 605,00	S/2 585,00	S/600,00	S/650,00	S/900,00	S/850,00	S/700,00	S/27 624,00
Julio	S/760,00	S/19 542,00	S/3 575,00	S/650,00	S/700,00	S/800,00	S/800,00	S/780,00	S/27 607,00
Agosto	S/720,00	S/18 550,00	S/2 570,00	S/650,00	S/675,00	S/770,00	S/875,00	S/750,00	S/25 560,00
Setiembre	S/710,00	S/21 170,00	S/3 613,00	S/650,00	S/590,00	S/990,00	S/950,00	S/690,00	S/29 363,00
Octubre	S/720,00	S/21 870,00	S/2 620,00	S/600,00	S/550,00	S/920,00	S/810,00	S/730,00	S/28 820,00
Noviembre	S/710,00	S/19 950,00	S/3 680,00	S/660,00	S/520,00	S/810,00	S/810,00	S/780,00	S/27 920,00
Diciembre	S/800,00	S/23 240,00	S/2 610,00	S/700,00	S/770,00	S/870,00	S/800,00	S/750,00	S/30 540,00
TOTAL	S/9 154,00	S/247 830,00	S/37 243,00	S/7 660,00	S/8 355,00	S/10 260,00	S/10 025,00	S/8 930,00	S/339 457,00

En la figura 7 se observa el diagrama Pareto, donde se determina que el servicio con mayores ventas que representa el 80% de los ingresos de la empresa TECNIMOTO CIX del año 2019 es el mantenimiento preventivo y venta de repuestos. Sin embargo, por fines académicos se tomará en cuenta el proceso de mantenimiento preventivo de motocicletas.

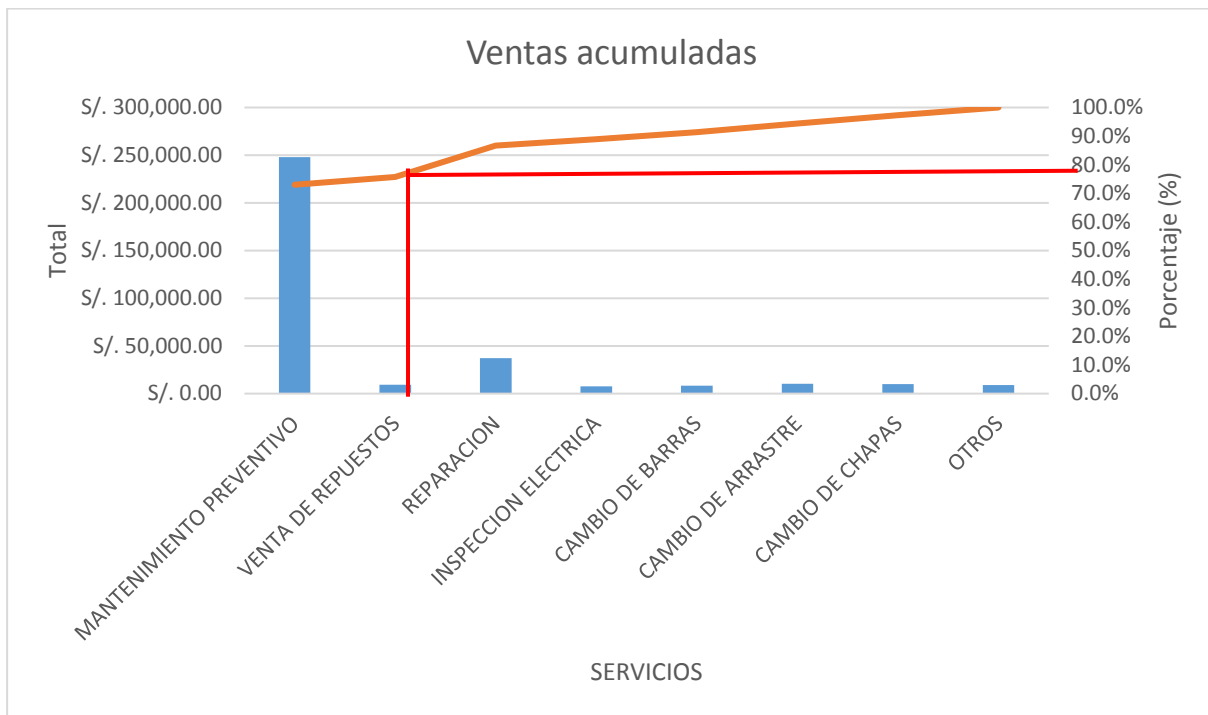


Figura 7. Diagrama de Pareto de las ventas del año 2019

El precio de venta del servicio de mantenimiento preventivo depende del sistema de la motocicleta, de la marca y el modelo, este varía desde 25,00 soles hasta 80,00 soles, en el anexo A se encuentra detallado. Para el precio del servicio de mantenimiento preventivo de las motocicletas de 25 soles son las de marca Bjaj, con los modelos con los modelos Pulsar Ns, Pulsar As y Pulsar Rs, de cilindrada 135, 150, 160, 180, 200, y 400, de sistema inyectada y carburada. En la tabla 9 se detalla el sistema de las motocicletas con sus respectivos precios del mantenimiento preventivo de la empresa TECNIMOTO CIX, en donde se detalla los ingresos del año 2019.

Tabla 9. Precios del servicio de mantenimiento preventivo de las motocicletas de la empresa TECNIMOTO CIX

MARCA	MODELO	CILINDRADA	SISTEMA	PRECIO
BAJAJ	PULSAR	135	CARBURADA	S/ 25,00
BAJAJ	PULSAR	135	INYECTADA	S/ 25,00
BAJAJ	PULSAR NS	200	CARBURADA	S/ 35,00
BAJAJ	PULSAR CLASICA	150	CARBURADA	S/ 25,00
BAJAJ	CB BOXER	150	CARBURADA	S/ 25,00
BAJAJ	CB BOXER	150	INYECTADA	S/ 25,00
BAJAJ	PULSAR CLASICA	150	INYECTADA	S/ 25,00
BAJAJ	PULSAR	180	CARBURADA	S/ 25,00
BAJAJ	PULSAR NS	150	INYECTADA	S/ 35,00
BAJAJ	PULSAR	180	CARBURADA	S/ 25,00
BAJAJ	PULSAR AS	150	CARBURADA	S/ 35,00
BAJAJ	PULSAR RS	200	INYECTADA	S/ 50,00
BAJAJ	PULSAR NS 160FI	160	INYECTADA	S/ 50,00
BAJAJ	PULSAR NS 200FI	200	INYECTADA	S/ 50,00
BAJAJ	DOMINAR	400	INYECTADA	S/ 80,00

Con la finalidad de identificar cual es el sistema con mayores ingresos y determinar el precio del servicio de mantenimiento más recurrente, en el Anexo A se detalla que el sistema a trabajar es carburada de 25,00 soles.

En la figura 8 se observa el Diagrama de Pareto de las fallas funcionales de las motocicletas que llegan a la empresa a requerir servicios de mantenimiento, en donde se observa que se tiene un porcentaje similar por lo que no hay diferencias notorias, por lo que se toma el servicio de mantenimiento general de la motocicleta para realizar esta investigación.

Los escaner que son los equipos electrónicos de diagnóstico, se utilizan para las motocicletas de gama alta. Para esta investigación se toma en cuenta a la motocicleta Bajaj cilindrada 135, y para este modelo no es necesario contar con escaner.

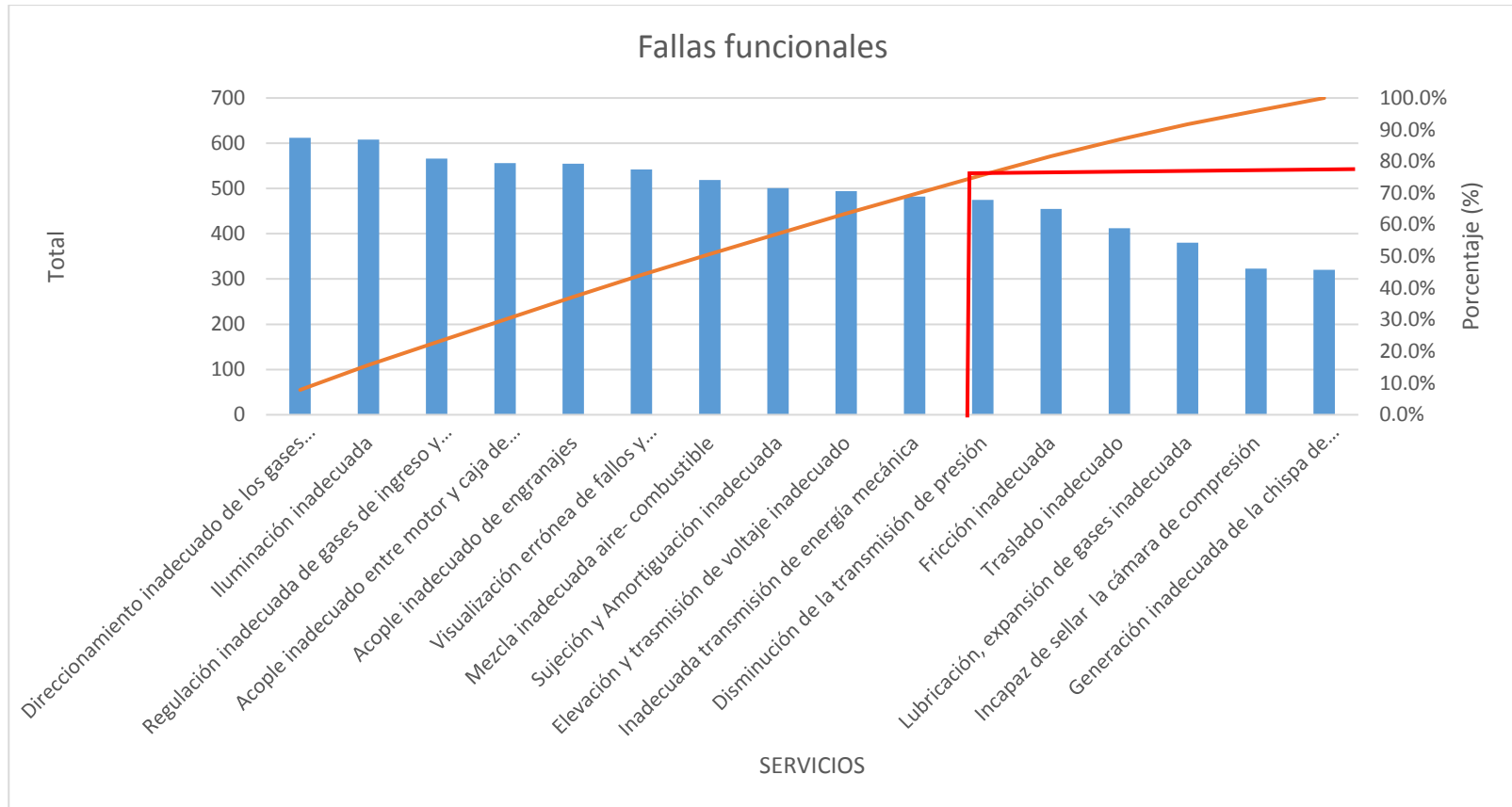


Figura 8. Diagrama de Pareto de las fallas funcionales del año 2019

3.1.2.2. Descripción del servicio

La empresa Tecnimoto CIX, su principal actividad comercial, es brindar el servicio de mantenimiento, reparación y revisión del sistema eléctrico de motos de distintas marcas, en especial de la marca BAJAJ. En el ítem 3.1.4. se detalla el servicio de mantenimiento preventivo.

3.1.2.3. Desechos

A. Emisiones atmosféricas

Son consecuencia, principalmente, de la quema de carburante en los motores de combustión interna.

3.1.2.4. Desperdicios

A. Residuo de sólidos

Cartón (cajas de embalajes de repuestos y similares).

Plásticos (envoltorios de piezas, fundas protectoras, piezas usadas).

Residuos varios (hilas, trapos, basura común).

B. Aceites y líquidos usados

Productos como lubricantes, refrigerantes, líquidos, aceites hidráulicos y sobre todo el aceite de motor usado, procedentes de la reparación, mantenimiento o sustitución de estos productos.

C. Vertidos

Se trata de agua proveniente de la limpieza de las instalaciones y agua sanitaria. Presentan gran cantidad de limpiadores no necesariamente biodegradables, espumas, aceites y otros fluidos de motor usados.

D. Fugas

A cualquier vehículo que presente fugas de aceite o anticongelante dentro del taller se le debe colocar una charola para captación de derrames cuando se realiza la revisión mecánica.

E. Cambios de aceite y filtros

Mientras se realizan cambios de aceite del vehículo, se debe evitar por medio de un recipiente que el aceite usado caiga en el suelo y pueda contaminar otros lugares.

F. Afinaciones de motor

Las bujías usadas pueden venir contaminadas con aceite o gasolina cuando son removidas del motor. Para evitar una contaminación en el taller, estas bujías deben limpiarse con un trapo y manejarse como residuo no peligroso.

G. Neumáticos

A pesar de que no son considerados residuos peligrosos. Su parte negativa está en su difícil descomposición, que puede llegar a cientos de años mientras se siguen produciendo nuevos neumáticos. Por esto es importante el reciclaje de neumáticos usados y el correcto manejo de estos por parte de gestores de neumáticos usados.

3.1.3. Insumos

3.1.3.1. Mano de obra (MOD)

En la actualidad la empresa cuenta con 4 operarios encargados de realizar la operación de mantenimiento de motocicletas. Debido a que la empresa es concesionaria de Bajaj, la empresa le brinda capacitaciones especializadas al personal operativo.

Tabla 10. Mano de obra directa para el mantenimiento

Área	Trabajador	Edad	Formación	Años Laborando	Sueldo
Operativa	1	30	Técnica	4	S/. 1,200.00
Operativa	2	24	Técnica	3	S/. 1,000.00
Operativa	3	22	Técnica	2	S/. 960.00
Operativa	4	24	Técnica	2	S/. 960.00
					4 1200.00

3.1.3.2. Materias primas

Las materias primas se dividen en primarias y secundarias. En la tabla 11 se detallan las materias primas primarias y secundarias, junto con el tipo de presentación y el costo por presentación.

Tabla 11. Materias primas requeridas para el mantenimiento

Descripción	Características	Costo x MOTOCICLETA
Aceite	Para lubricar la cadena	S/ 1,00
Papel de lija	Limpiar los frenos de la motocicleta	S/ 0,50
Gasolina	Limpiar el carburador	S/ 2,00
TOTAL		S/ 3,50

3.1.3.3. Herramientas

Las herramientas necesarias para poder realizar el mantenimiento preventivo en motocicletas en la empresa Tecnimoto CIX se detalla en la tabla 12.

Tabla 12. Herramientas requeridas para el mantenimiento preventivo

Tarea de mantenimiento	Herramientas	Otros insumos necesarios
Cambio de aceite y filtro	Juego de llaves de vaso o llaves fijas	Aceite Guantes de látex
Cambio de bujías	Llave de cardán para bujías	Aceite o grasa
Limpieza del carburador		
Limpieza, tensión y engrase de la cadena	Brocha Juego de llaves de vaso o llaves fijas	Aceite o grasa Acetona, gasolina o gasoil
Limpieza o cambio de filtro de aire	Destornilladores (Allen y Phillips)	
Limpieza o cambio de pastillas de freno delantero/trasero	Juego de llaves de vaso o llaves fijas Alicates	
Ajuste de las válvulas	Juego de llaves de vaso Llave de cardán para bujías	Juego de pastillas para válvula

3.1.3.4. Suministros

A. Agua potable

El agua potable utilizado en el proceso productivo pertenece al agua y desagüe de la red pública, en donde el costo promedio mensual es de S/ 248,82.

B. Energía eléctrica

La energía eléctrica con la que trabaja la empresa es de la red pública, de instalación trifásica, el costo mensual promedio de energía eléctrica de la planta es de S/ 532,18.

3.1.4. Descripción del servicio de mantenimiento preventivo

El servicio de mantenimiento preventivo se detalla a continuación:

3.1.4.1. Adecuación de la moto en el lugar de trabajo

Se traslada la moto al lugar de trabajo

Encender el motor

Inspeccionar el sonido del motor

Apagar el motor

Proceder elevar moto (Sistema neumático)

3.1.4.2. Selección de herramientas y materiales

Traslada el operario hacia la mesa de herramientas

Seleccionar las herramienta y materiales para el desmontaje

Coloca las herramientas y materiales en una bandeja

Traslada del operario hacia la moto

3.1.4.3. Desmontaje de tapas, asiento y tanque

Desajustar y retirar tapas laterales de la moto

Trasladar las tapas laterales de la moto al piso

Desajustar y retirar el asiento de la moto

Trasladar el asiento de la moto al piso

Traslado del operario hacia la moto

Desajustar y retirar el tanque de la moto

Trasladar el tanque de la moto al piso

3.1.4.4. Limpieza del carburador

Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire

Desajustar las tuercas del tubo de admisión

Desconectar la manguera de ingreso de gasolina

Retirar el carburador

Traslada el carburador a la mesa de trabajo

Limpiar con gasolina la superficie del carburador

Desarmar el carburador

Verificar en que condiciones se encuentra el carburador

Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador

Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo

Colocar el carburador

Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire

Ajustar las tuercas de conexión con el motor

3.1.4.5. Limpieza del filtro de aire

Traslada del operario hacia la moto

Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire

Retirar el filtro de aire

Traer un trapo de la mesa de trabajo

Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire

Traslada el filtro de aire a la mesa de trabajo

Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire

Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo

Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete

Sopletear el filtro de aire

Colocar el filtro de aire

Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire

Traslada el filtro de aire y el carburador hacia la moto

3.1.4.6. Calibración de válvulas

Seleccionar las herramientas para la calibración de las válvulas

Traslada del operario hacia la moto

Retirar la manguera del respirador del motor

Desajustar y retirar la tapa válvula

Tomar el punto muerto superior

Verificar que válvulas de admisión y de escape estén descalibradas

Calibrar las válvulas

Colocar y ajustar la tapa válvula

Traslada el operario a la mesa de trabajo (llevar las bujías)

3.1.4.7. Limpieza de bujía

Desajustar y retirar las bujías

Traslada del operario a la mesa de trabajo

Coger las bujías

Traslada de las bujías de la mesa de trabajo a la mesa del esperil

Limpiar las bujías

Calibrar las bujias

Traslada de operario a la moto

Colocar y ajustar las bujias

3.1.4.8. Cambio de aceite y filtro

Traer recipiente para el aceite usado

Colocar recipiente para aceite usado

Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite

Desajustar y retirar la tapa del filto de aceite

Retirar filtro de aceite usado

Pedir filtro y aceite para el motor

Colocar filtro de aceite nuevo

Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite

Retirar recipiente para aceite usado

Colocar y ajustar tornillo de drenaje

Desajustar y retirar el tapón de llenado

Vaciar el aceite nuevo

Colocar y ajustar tapón de llenado

3.1.4.9. Limpieza de los frenos

Seleccionar las herramienta y materiales para el mantenimiento de los frenos

Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión

Retirar la varilla de fijación

Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca

Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior

Desajustar tornillos de la tension de la cadena

Retirar el eje trasero de la llanta posterior

Retirar la cadena y sacar la llanta por completo

Desajustar y retirar la porta bandas

Inspeccionar el estado de las bandas de freno

Lijar las bandas de freno

Limpiar el tambor

Colocar la porta bandas en el tambor

Colocar la llanta y cadena por completo

Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior

Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior

Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado

Colocar la varilla de fijación

Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión

Ajustar la tension de la cadena

Inspeccionar el eje alineado

Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior

Desjustar y retirar el caliper

Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero

Lijar las pastillas

Colocar y ajustar el caliper

Inspeccionar el nivel del liquido de freno

Inspeccionar la manilla del freno delantero

Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos

3.1.4.10. Inspección de manilla de embrague

Inspeccionar la manilla de embrague

En caso so esté calibrada, se procede a calibrar

3.1.4.11. Lubricación de cadena

Traer lubricante para cadena y el Barometro de la mesa de trabajo

Lubricar la cadena

3.1.4.12. Medición y calibración de presión de las llantas

Inspeccionar la presión de las llantas

Calibrar presion de las llantas

3.1.4.13. Inspección de dirección

Inspeccionar la direccion

3.1.4.14. Montaje de tapas, asiento y tanque

Subir tanque de la moto (que esta en el piso)

Colocar el tanque de la moto

Ajustar tanque de la moto

Subir asiento de la moto (que esta en el piso)

Colocar el asiento de la moto

Ajustar asiento de la moto

Subir las tapas laterales que estan en el piso

Colocar y ajustar tapas laterales

3.1.4.15. Entrega de moto al cliente

Bajar la moto (Sistema neumático)

Encender la moto

Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo

Retirar moto del área de trabajo

Prueba por operario

Entregar moto a cliente

Limpiar y ordenar lugar de trabajo

3.1.5. Análisis para el Proceso de Producción

3.1.5.1. Diagrama de flujo del servicio de mantenimiento

En el diagrama de flujo se representa el proceso de entrada del servicio de mantenimiento preventivo como se muestra en la figura 9, que se sigue para atender los servicios de mantenimientos requeridos por los clientes.

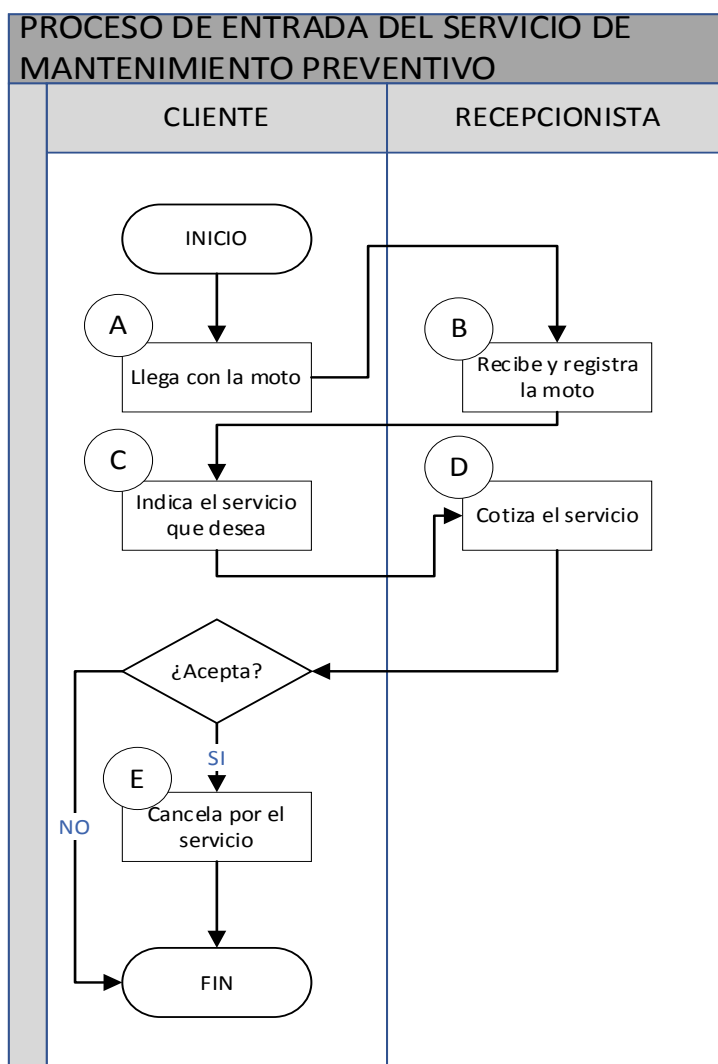


Figura 9. Proceso de entrada del servicio de mantenimiento preventivo

La descripción del proceso de entrada del servicio de mantenimiento preventivo se detalla a continuación:

- A. El cliente llega con la moto al taller.
- B. La recepcionista recibe y registra la moto en orden de llegada.
- C. el cliente le indica el servicio que desea.
- D. La recepcionista cotiza el servicio.
- E. Si el cliente acepta el servicio, debe cancelar el monto indicado por la recepcionista.

En el diagrama de flujo se representa el proceso del servicio de mantenimiento preventivo como se muestra en la figura 10, que se sigue para atender los servicios de mantenimientos requeridos por los clientes.

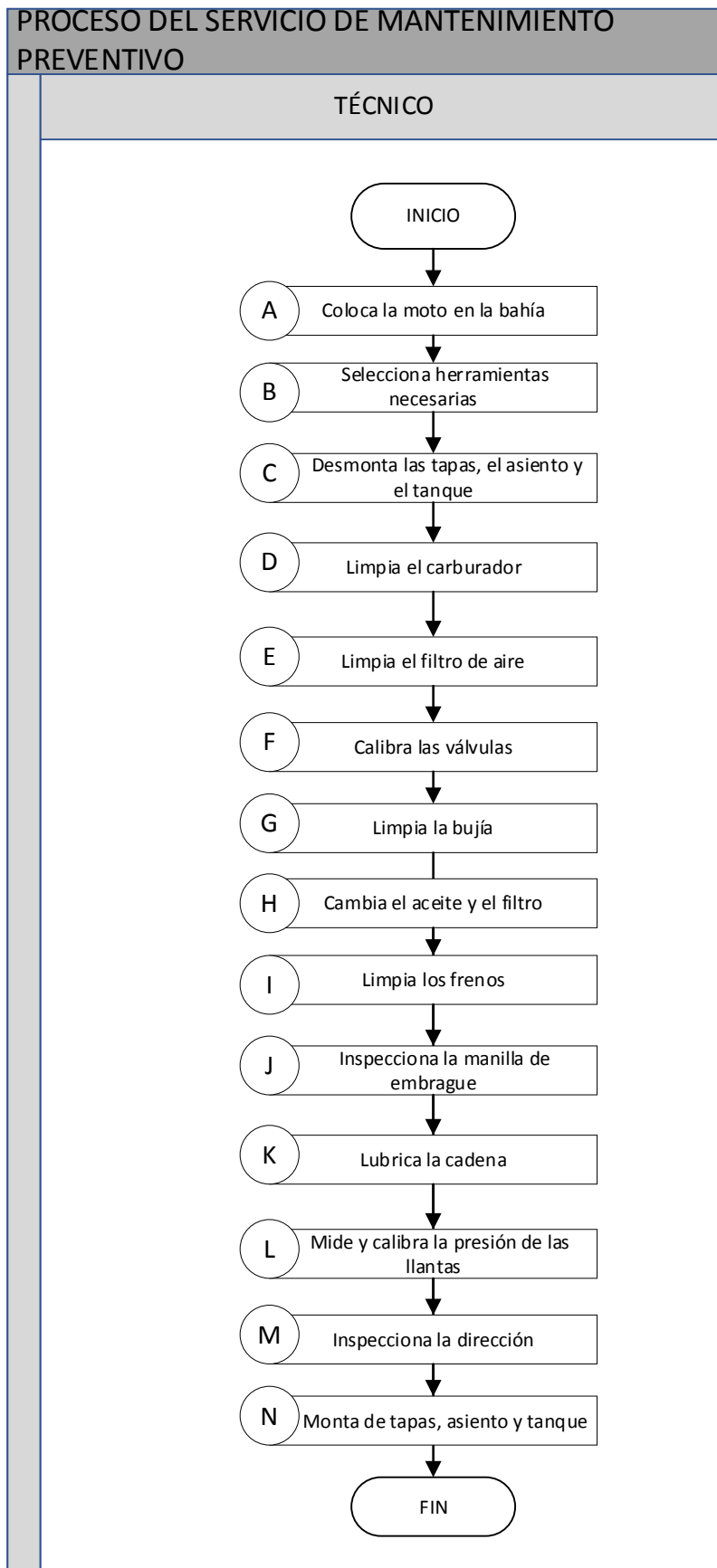


Figura 10. Proceso del servicio de mantenimiento preventivo

La descripción del proceso del servicio de mantenimiento preventivo se detalla a continuación:

- A. El técnico adecúa la moto en la bahía.
- B. Luego selecciona las herramientas y materiales necesarios.
- C. Desmonta las tapas, el asiento y el tanque.
- D. Limpia el carburador.
- E. Limpia el filtro de aire.
- F. Calibra las válvulas.
- G. Limpia la bujía.
- H. Cambia el aceite y el filtro.
- I. Limpia los frenos.
- J. Inspecciona la manilla de embrague.
- K. Lubrica la cadena.
- L. Mide y calibra la presión de las llantas.
- M. Inspecciona la dirección.
- N. Monta las tapas, el asiento y el tanque

En el diagrama de flujo se representa el proceso de salida del servicio de mantenimiento preventivo como se muestra en la figura 11, que se sigue para atender los servicios de mantenimientos requeridos por los clientes.

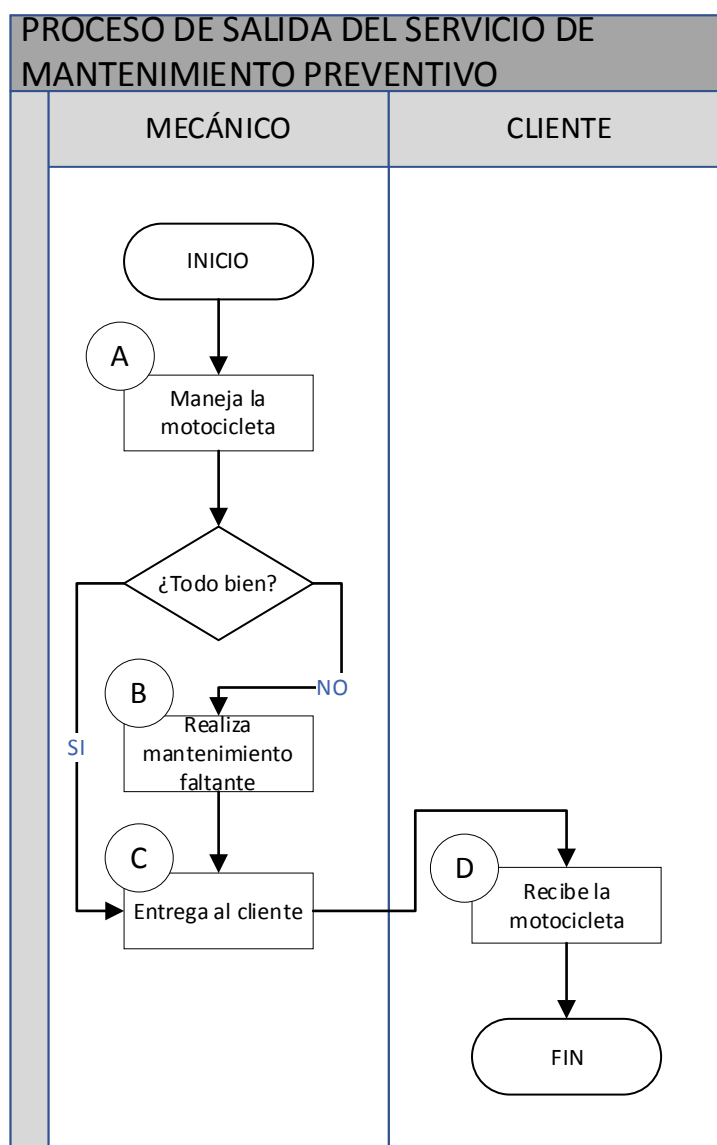


Figura 11. Proceso del servicio de mantenimiento preventivo

La descripción del proceso de salida del servicio de mantenimiento preventivo se detalla a continuación:

- A. El mecánico maneja la motocicleta para revisarla.
- B. En caso algo este fallando, realiza el mantenimiento que falta.
- C. Cuando todo este bien, el mecánico entrega la motocicleta al cliente.
- D. Si el cliente recibe la motocicleta y se retira del taller.

3.1.5.2. Tiempos promedios del servicio de mantenimiento

La toma de tiempos se realizó teniendo en cuenta el cuadro de Mundel, mostrado en la tabla 1, para lo que se realizaron 10 observaciones preliminares para los tiempos menores a 2 minutos y 5 observaciones preliminares para tiempos mayores a 2 minutos, esto debido a que en tiempos cortos hay una mayor probabilidad de desviación, y esta metodología, según Tejada, Gisbert y Pérez [28] considera un nivel de confianza del 95% y una desviación del 5%.

Para poder calcular el tiempo promedio de las actividades se procede a descomponer a cada etapa del proceso en actividades y a tomar el tiempo de cada una mediante la técnica del cronometraje. Para tal, se ha realizado la medición para el servicio de mantenimiento preventivo, en forma individual para los 4 técnicos.

El detallado del cálculo de estos tiempos promedios se encuentra en el Anexo B.

En resumen, los resultados del cálculo del tiempo promedio, teniendo como base un mantenimiento preventivo de motocicletas, se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Tiempo promedio de los procesos del mantenimiento preventivo del técnico 01

ítem	Procesos	Tiempos (seg)
A	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	65
B	Selección de herramientas y materiales	160
C	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	279
D	Limpieza del carburador	877
E	Limpieza del filtro de aire	254
F	Calibración de válvulas	405
G	Limpieza de bujía	287
H	Cambio de aceite y filtro	284
I	Limpieza de los frenos	472
J	Inspección de manilla de embrague	41
K	Lubricación de cadena	55
L	Medición y calibración de presión de las llantas	52
M	Inspección de dirección	50
N	Montaje de tapas, asiento y tanque	261
Ñ	Entrega de moto al cliente	306
TOTAL		3 847

En resumen, los resultados del cálculo del tiempo promedio, teniendo como base un mantenimiento preventivo de motocicletas, se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Tiempo promedio de los procesos del mantenimiento preventivo del técnico 02

ítem	Procesos	Tiempos (seg)
A	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	70
B	Selección de herramientas y materiales	147
C	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	303
D	Limpieza del carburador	999
E	Limpieza del filtro de aire	283
F	Calibración de válvulas	464
G	Limpieza de bujía	307
H	Cambio de aceite y filtro	479
I	Limpieza de los frenos	502
J	Inspección de manilla de embrague	43
K	Lubricación de cadena	58
L	Medición y calibración de presión de las llantas	52
M	Inspección de dirección	59
N	Montaje de tapas, asiento y tanque	303
Ñ	Entrega de moto al cliente	325
ítem	TOTAL	4396

En resumen, los resultados del cálculo del tiempo promedio, teniendo como base un mantenimiento preventivo de motocicletas, se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. Tiempo promedio de los procesos del mantenimiento preventivo del técnico 03

ítem	Procesos	Tiempos (seg)
A	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	73
B	Selección de herramientas y materiales	143
C	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	313
D	Limpieza del carburador	1 056
E	Limpieza del filtro de aire	304
F	Calibración de válvulas	464
G	Limpieza de bujía	296
H	Cambio de aceite y filtro	289
I	Limpieza de los frenos	543
J	Inspección de manilla de embrague	53
K	Lubricación de cadena	56
L	Medición y calibración de presión de las llantas	54
M	Inspección de dirección	48
N	Montaje de tapas, asiento y tanque	313
Ñ	Entrega de moto al cliente	339
	TOTAL	4 343

En resumen, los resultados del cálculo del tiempo promedio, teniendo como base un mantenimiento preventivo de motocicletas, se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Tiempo promedio de los procesos del mantenimiento preventivo del técnico 04

ítem	Procesos	Tiempos (seg)
A	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	65
B	Selección de herramientas y materiales	149
C	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	310
D	Limpieza del carburador	973
E	Limpieza del filtro de aire	340
F	Calibración de válvulas	475
G	Limpieza de bujía	277
H	Cambio de aceite y filtro	279
I	Limpieza de los frenos	553
J	Inspección de manilla de embrague	56
K	Lubricación de cadena	59
L	Medición y calibración de presión de las llantas	55
M	Inspección de dirección	49
N	Montaje de tapas, asiento y tanque	297
Ñ	Entrega de moto al cliente	309
TOTAL		4 246






3.1.5.3. Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento

En el DAP se describen las operaciones del servicio de mantenimiento, detallando los tiempos de cada operación obtenidos anteriormente. Se detallaron los tiempos por cada técnico, debido a que cada uno tiene una forma particular de trabajar y manejan sus propios tiempos.

Técnico 01:

En la tabla 17 se observa el Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento preventivo efectuado por el técnico 01. El ítem del proceso se encuentra detallado en la tabla 13.

Tabla 17. Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento del técnico 01

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO (DAP)							
Actividad: MANTENIMIENTO PREVENTIVO O PERIODICO		RESUMEN					
Lugar: Taller	Actividad	Actual					
Método: Actual	Operación	85					
Operario: BAIHA 01	Transporte	23					
Fecha: 2019	Espera	2					
	Inspección	14					
	Almacena	0					
	TOTAL	124					
	Tiempo (segundos)	3,847					
Ítem del Proceso	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (segundos)	SIMBOLOGÍA				
							
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	34		X			
A	Encender el motor	4	X				
A	Inspeccionar el sonido del motor	20				X	
A	Apagar el motor	3	X				
B	Traslado del operario hacia la mesa de herramientas	3		X			
B	Seleccionar las herramienta y materiales para el desmontaje	23	X				
C	Colocar las herramientas y materiales en una bandeja	5	X				
C	Traslado del operario hacia la moto.	2		X			

C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	53	X		
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	5		X	
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	26	X		
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	6		X	
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	5		X	
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	124			X
B	Transladar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	4		X	
C	Traslado del operario hacia la moto.	2		X	
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	174	X		
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	6		X	
A	Proceder elevar moto (Sistema neumático)	4	X		
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	13	X		
D	Desajustar las tuercas	24	X		
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	3	X		
D	Retirar el carburador	32	X		
D	Trasladar el carburador a la mesa de trabajo	3		X	
E	Traslado del operario hacia la moto	4		X	
E	Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	66	X		
E	Retirar el filtro de aire	6	X		
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	3		X	
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	9	X		
E	Trasladar el filtro de aire a la mesa de trabajo	4		X	
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	6			X
F	Seleccionar las herramientas para la calibración de las válvulas	8	X		
F	Traslado del operario hacia la moto	5		X	
F	Retirar la manguera del respirador del motor	5	X		
G	Desajustar y retirar las bujías	73	X		
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	101	X		

F	Tomar el punto muerto superior	55	X	
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape estén descalibradas	56		X
F	Calibrar las válvulas	73	X	
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	96	X	
F	Transladar el operario a la mesa de trabajo (llevar las bujías)	3		X
D	Limpiar con gasolina la superficie del carburador	57	X	
D	Desarmar el carburador	37	X	
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	8		X
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	590	X	
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	41	X	
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	74	X	
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	3		X
E	Sopletear el filtro de aire	16	X	
F	Transladar el filtro de aire y el carburador hacia la moto	3		X
E	Colocar el filtro de aire	6	X	
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	57	X	
D	Colocar el carburador	38	X	
D	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	15	X	
D	Ajustar las tuercas de conexión con el motor	18	X	
H	Traer recipiente para el aceite usado	9		X
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	X	
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	4	X	
H	Desajustar y retirar la tapa del filtro de aceite	10	X	
H	Retirar filtro de aceite usado	5	X	
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	5		X
G	Coger las bujías	4	X	
G	Traslado de las bujías de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5		X
G	Limpiar las bujías	55	X	

G	Calibrar las bujias	65	X	
G	Traslado de operario a la moto	4		X
G	Colocar y ajustar las bujias	76	X	
I	Seleccionar las herramienta y materiales para el mantenimiento de los frenos	19	X	
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	19	X	
I	Retirar la varilla de fijación	6	X	
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	13	X	
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	X	
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	13	X	
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	10	X	
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	14	X	
I	Desajustar y retirar la porta bandas	5	X	
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	10		X
I	Lijar las bandas de freno	14	X	
I	Limpiar el tambor	11	X	
I	Colocar la porta bandas en el tambor	9	X	
I	Colocar la llanta y cadena por completo	14	X	
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	16	X	
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	15	X	
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	14	X	
I	Colocar la varilla de fijación	14	X	
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	17	X	
I	Ajustar tension de la cadena	18	X	
I	Inspeccionar el eje alineado	18		X
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10	X	
I	Desjustar y retirar el caliper	25	X	
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	15		X






I	Lijar las pastillas	25	X		
I	Colocar y ajustar el caliper	28	X		
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	10			X
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	39			X
J	Inspeccionar la manilla de embrague	41			X
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	43			X
K	Traer lubricante para cadena y el Barometro de la mesa de trabajo	5		X	
K	Lubricar la cadena	50	X		
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	52			X
M	Inspeccionar la direccion	50			X
H	Pedir filtro y aceite para el motor	69			X
H	Colocar filtro de aceite nuevo	10	X		
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	47	X		
H	Retirar recipiente para aceite usado	15	X		
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	14	X		
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	13	X		
H	Vaciar el aceite nuevo	73	X		
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	12	X		
N	Subir tanque de la moto (que esta en el piso)	7	X		
N	Colocar el tanque de la moto	135	X		
N	Ajustar tanque de la moto	26	X		
N	Subir asiento de la moto (que esta en el piso)	5	X		
N	Colocar el asiento de la moto	10	X		
N	Ajustar asiento de la moto	15	X		
N	Subir las tapas laterales que estan en el piso	5	X		
N	Colocar y ajustar tapas laterales	57	X		
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	X		

Ñ	Encender la moto	3	X		
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	26			X
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	53		X	
Ñ	Prueba por operario	136	X		
Ñ	Entregar moto a cliente	24	X		
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	59	X		

Técnico 02:

En la tabla 18 se observa el Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento preventivo efectuado por el técnico 02. El ítem del proceso se encuentra detallado en la tabla 14.

Tabla 18. Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento del técnico 02

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO (DAP)								
Actividad: MANTENIMIENTO PREVENTIVO O PERIODICO		RESUMEN						
Lugar: Taller	Actividad	Actual						
	Operación	82						
Método: Actual	Transporte	44						
	Espera	3						
Operario: BAIHA 02	Inspección	13						
	Almacena	0						
Fecha: 2019	TOTAL	142						
	Tiempo (segundos)	4,396						
Ítem del proceso		DESCRIPCIÓN	TIEMPO (segundos)	SIMBOLOGÍA				
								
A		Se traslada la moto al lugar de trabajo	38		X			
A		Encender el motor	4	X				
A		Inspeccionar el sonido del motor	21				X	
A		Apagar el motor	3	X				
C		Traer llave de la mesa de trabajo	9		X			
C		Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	54	X				
C		Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	5		X			
C		Traer llave de la mesa de trabajo	10		X			

C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	23	X		
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	5		X	
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	9		X	
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	131			X
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	7		X	
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	188	X		
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	9		X	
A	Elevar moto (Sistema neumático)	3	X		
D	Traer llave de la mesa de trabajo	6		X	
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	21	X		
D	Traer llave de la mesa de trabajo	9		X	
D	Desajustar las tuercas	25	X		
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	3	X		
D	Retirar el carburador	46	X		
D	Trasladar el carburador a la mesa de trabajo	4		X	
E	Traslado del operario a la moto	3		X	
E	Traer llave de la mesa de trabajo	8		X	
E	Desajustar con las tuercas de la tapa del filtro de aire	63	X		
E	Retirar el filtro de aire	5	X		
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	3		X	
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	9	X		
E	Trasladar filtro de aire a la mesa de trabajo	3		X	
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	5			X
F	Traslado del operario a la moto	3		X	
F	Retirar la manguera del respirador del motor	5	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	9		X	
G	Desajustar y retirar las bujías	83	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	9		X	
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	91	X		

F	Transladar la tapa válvula a la mesa de trabajo	3		X	
F	Traslado del operadorio a la moto	3		X	
F	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X	
F	Tomar el punto muerto superior	62	X		
F	Traer calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	10		X	
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	55			X
F	Calibrar las válvulas	87	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	10		X	
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	106	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10		X	
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	19	X		
I	Retirar la varilla de fijación	7	X		
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	10	X		
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10	X		
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	14	X		
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	12	X		
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	14	X		
I	Desajustar y retirar la porta bandas	5	X		
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	16			X
I	Traer lija de la mesa de trabajo	8		X	
I	Lijar las bandas de freno	13	X		
I	Limpia el tambor	12	X		
I	Colocar la porta bandas en el tambor	8	X		
I	Colocar la llanta y cadena por completo	22	X		
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	14	X		
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10	X		
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	13	X		
I	Colocar la varilla de fijación	14	X		

I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	19	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	9		X	
I	Ajustar tension de la cadena	17	X		
I	Inspeccionar el eje alineado	22			X
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	12	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10		X	
I	Desjustar y retirar el caliper	26	X		
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	17	X		
I	Lijar las pastillas	18	X		
I	Colocar y ajustar el caliper	17	X		
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	14			X
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	45			X
J	Inspeccionar la manilla de embrague	43			X
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	46			X
E	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3		X	
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	74	X		
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	5		X	
E	Sopletear el filtro de aire	19	X		
E	Trasladar el filtro de aire a la moto	3		X	
E	Colocar el filtro de aire	7	X		
E	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X	
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	60	X		
D	Traslado del operario a la mesa de trabajo	4		X	
D	Limpiar con gasolina la superficie del carburador	59	X		
D	Desarmar el carburador	44	X		
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	7			X
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	596	X		






D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	45	X		
D	Traslado del carburador a la moto	3		X	
D	Colocar el carburador	67	X		
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	7	X		
D	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X	
D	Ajustar las tuercas de coneccion hacia el motor	21	X		
D	Ajustar la abrazadera de conección del punto de aire	20	X		
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3		X	
G	Coguer las bujias	2	X		
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	7		X	
G	Limpiar las bujias	58	X		
G	Calibrar las bujias	64	X		
G	Traer llave de la mesa de trabajo	13		X	
G	Colocar y ajustar las bujias	77	X		
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	8		X	
K	Lubricar la cadena	50	X		
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	7		X	
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	45			X
M	Inspeccionar la direccion	59			X
H	Traer recipiente para el aceite usado	7		X	
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	X		
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	4	X		
H	Desajustar y retirar la tapa del filto de aceite	17	X		
H	Retirar filtro de aceite usado	5	X		
H	Pedir filtro y aceite para el motor	71			X
H	Esperar que drene todo el aceite usado	196			X
H	Colocar filtro de aceite nuevo	10	X		
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	51	X		
H	Retirar recipiente para aceite usado	11	X		

H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	9	X		
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	11	X		
H	Vaciar el aceite nuevo	74	X		
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	10	X		
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	7	X		
N	Colocar el tanque de la moto	160	X		
N	Traer llave de la mesa de trabajo	9		X	
N	Ajustar tanque de la moto	23	X		
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	5	X		
N	Colocar el asiento de la moto	14	X		
N	Traer llave de la mesa de trabajo	8		X	
N	Ajustar asiento de la moto	17	X		
N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	4		X	
N	Colocar y ajustar tapas laterales	57	X		
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	3	X		
Ñ	Encender la moto	3	X		
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	27			X
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	50		X	
Ñ	Prueba por operario	143	X		
Ñ	Entregar moto a cliente	26	X		
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	73	X		

Técnico 03:

En la tabla 19 se observa el Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento preventivo efectuado por el técnico 03. El ítem del proceso se encuentra detallado en la tabla 15.

Tabla 19. Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento del técnico 03

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO (DAP)			RESUMEN				
Actividad: MANTENIMIENTO PREVENTIVO O PERIODICO			Actual				
Lugar: Taller	Actividad						
	Operación		79				
Método: Actual	Transporte		47				
	Espera		1				
Operario: BAIHA 03	Inspección		14				
	Almacena		0				
Fecha: 2019	TOTAL		141				
	Tiempo (segundos)		4,343				
Ítem del Proceso	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (segundos)	SIMBOLOGÍA				
							
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	35		X			
A	Encender el motor	4	X				
A	Inspeccionar el sonido del motor	27				X	
A	Apagar el motor	3	X				
C	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X			
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	57	X				
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	7		X			
C	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X			

C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	26	X		
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	5		X	
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	7		X	
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	131	X		
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	5		X	
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	188	X		
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	9		X	
A	Elevar moto (Sistema neumático)	4	X		
D	Traer llave de la mesa de trabajo	13		X	
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	18	X		
D	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X	
D	Desajustar las tuercas	30	X		
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	X		
D	Retirar el carburador	61	X		
D	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	5		X	
E	Traslado del operario a la moto	4		X	
E	Traer llave de la mesa de trabajo	13		X	
E	Desajustar las tuercas de la tapa del filtro de aire	66	X		
E	Retirar el filtro de aire	5	X		
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	3		X	
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	8	X		
E	Transladar filtro de aire a la mesa de trabajo	3		X	
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	8			X
F	Traslado del operario a la moto	3		X	
F	Retirar la manguera del respirador del motor	3	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	6		X	
G	Desajustar y retirar las bujías	78	X		

F	Traer llave de la mesa de trabajo	7		X	
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	99	X		
F	Transladar la tapa válvula a la mesa de trabajo	3		X	
F	Traslado del operatorio a la moto	3		X	
F	Traer llave de la mesa de trabajo	14		X	
F	Tomar el punto muerto superior	66	X		
F	Traer calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	9		X	
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	64			X
F	Calibrar las válvulas	76	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	12		X	
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	99	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	12		X	
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	X		
I	Retirar la varilla de fijación	7	X		
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	15	X		
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	13	X		
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	13	X		
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	10	X		
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	18		X	
I	Desajustar y retirar la porta bandas	7	X		
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	15			X
I	Traer lija de la mesa de trabajo	7		X	
I	Lijar las bandas de freno	14	X		
I	Limpiar el tambor	10	X		
I	Colocar la porta bandas en el tambor	8	X		
I	Colocar la llanta y cadena por completo	18	X		

I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	15	X		
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	13	X		
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	14	X		
I	Colocar la varilla de fijación	12	X		
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	14	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X	
I	Ajustar tension de la cadena	19	X		
I	Inspeccionar el eje alineado	21			X
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	9	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10		X	
I	Desjustar y retirar el caliper	29	X		
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	15			X
I	Lijar las pastillas	25	X		
I	Colocar y ajustar el caliper	27	X		
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	14			X
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	55			X
J	Inspeccionar la manilla de embrague	53			X
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	55			X
E	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3		X	
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	87	X		
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	3		X	
E	Sopletear el filtro de aire	19	X		
E	Transladar el filtro de aire a la moto	3		X	
E	Colocar el filtro de aire	7	X		
E	Traer llave de la mesa de trabajo	8		X	
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	63	X		
D	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3		X	






D	Limpiar con gasolina la superficie externa del carburador	59	X	
D	Desarmar el carburador	45	X	
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	7		X
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	613	X	
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	48	X	
D	Transladar el carburador a la moto	3		X
D	Colocar el carburador	67	X	
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	7	X	
D	Traer llave de la mesa de trabajo	13		X
D	Ajustar las tuercas	27	X	
D	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	23	X	
H	Traer recipiente para el aceite usado	11		X
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	X	
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	6	X	
H	Desajustar y retirar la tapa del filto de aceite	13	X	
H	Retirar filtro de aceite usado	4	X	
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	2		X
G	Coguer las bujias	3	X	
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	4		X
G	Limpiar las bujias	58	X	
G	Calibrar las bujias	63	X	
G	Traer llave de la mesa de trabajo	12		X
G	Colocar y ajustar las bujias	76	X	
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	7		X
K	Lubricar la cadena	49	X	
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	7		X

L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	47			X
M	Inspeccionar la direccion	48			X
H	Pedir filtro y aceite para el motor	72		X	
H	Colocar filtro de aceite nuevo	11	X		
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	49	X		
H	Retirar recipiente para aceite usado	18	X		
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	13	X		
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	13	X		
H	Vaciar el aceite nuevo	66	X		
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	10	X		
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	9		X	
N	Colocar el tanque de la moto	177	X		
N	Traer llave de la mesa de trabajo	10		X	
N	Ajustar tanque de la moto	28	X		
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	5		X	
N	Colocar el asiento de la moto	8	X		
N	Traer llave de la mesa de trabajo	7		X	
N	Ajustar asiento de la moto	13	X		
N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	4		X	
N	Colocar y ajustar tapas laterales	51	X		
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	X		
Ñ	Encender la moto	3	X		
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	27			X
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	48		X	
Ñ	Prueba por operario	146	X		
Ñ	Entregar moto a cliente	28	X		
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	83	X		

Técnico 04:

En la tabla 20 se observa el Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento preventivo efectuado por el técnico 04. El ítem del proceso se encuentra detallado en la tabla 16.

Tabla 20. Diagrama de análisis del servicio de mantenimiento del técnico 04

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO (DAP)							
Actividad: MANTENIMIENTO PREVENTIVO O PERIODICO			RESUMEN				
Lugar: Taller		Actividad		Actual			
Método: Actual		Operación		81			
		Transporte		38			
		Espera		1			
Operario: BAIHA 04		Inspección		15			
		Almacena		0			
Fecha: 2019		TOTAL		135			
		Tiempo (segundos)		4 246			
SIMBOLOGÍA							
Ítem del Proceso	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (segundos)					
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	36		X			
A	Encender el motor	3	X				
A	Inspeccionar el sonido del motor	20				X	
A	Apagar el motor	3	X				
H	Traer recipiente para el aceite usado	11		X			
H	Colocar recipiente para aceite usado	5	X				
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	7	X				

H	Desajustar y retirar la tapa del filto de aceite	13	X		
H	Retirar filtro de aceite usado	4	X		
C	Traer llave de la mesa de trabajo	13		X	
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	54	X		
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	4		X	
C	Traer llave de la mesa de trabajo	8		X	
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	29	X		
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	7		X	
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	6		X	
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	140	X		
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	3		X	
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	187	X		
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	8		X	
A	Elevar moto (Sistema neumático)	3	X		
D	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X	
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	18	X		
D	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X	
D	Desajustar las tuercas	26	X		
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	X		
D	Retirar el carburador	44	X		
D	Trasladar el carburador a la mesa de trabajo	5		X	
D	Limpiar con gasolina la superficie externa del carburador	59	X		
D	Desarmar el carburador	44	X		
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	7			X
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	623	X		
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	45	X		
D	Trasladar el carburador a la moto	5		X	

D	Colocar el carburador	66	X		
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	6	X		
E	Traer llave de la mesa de trabajo	11		X	
E	Ajustar las tuercas	23	X		
E	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	19	X		
E	Traer llave de la mesa de trabajo	12		X	
E	Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	66	X		
E	Retirar el filtro de aire	6	X		
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	4		X	
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	10	X		
E	Llevar el filtro de aire a la mesa de trabajo	4		X	
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	8			X
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	75	X		
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	3		X	
E	Sopletear el filtro de aire	21	X		
E	Colocar el filtro de aire	5	X		
E	Traer llave de la mesa de trabajo	8		X	
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	65	X		
F	Retirar la manguera del respirador del motor	4	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	14		X	
G	Desajustar y retirar las bujias	54	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	10		X	
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	99	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	9		X	
F	Tomar el punto muerto superior	74	X		
F	Traer Calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	10		X	
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	62			X

F	Calibrar las válvulas	74	X		
F	Traer llave de la mesa de trabajo	12		X	
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	107	X		
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3		X	
G	Coger las bujias	4	X		
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5		X	
G	Limpiar las bujias	60	X		
G	Calibrar las bujias	62	X		
G	Traer llave de la mesa de trabajo	13		X	
G	Colocar y ajustar las bujias	76	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10		X	
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	X		
I	Retirar la varilla de fijación	8	X		
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	14	X		
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	X		
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	15	X		
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	12	X		
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	13	X		
I	Desajustar y retirar la porta bandas	7	X		
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	11			X
I	Traer lija de la mesa de trabajo	7		X	
I	Lijar las bandas de freno	14	X		
I	Limpiar el tambor	11	X		
I	Colocar la porta fibra en el tambor	8	X		
I	Colocar la llanta y cadena por completo	17	X		
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	16	X		
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	X		

I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	14	X		
I	Colocar la varilla de fijación	15	X		
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	18	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	9		X	
I	Ajustar tension de la cadena	19	X		
I	Inspeccionar el eje alineado	22			X
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	X		
I	Traer llave de la mesa de trabajo	9		X	
I	Desjustar y retirar el caliper	29	X		
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	16			X
I	Lijar las pastillas	28	X		
I	Colocar y ajustar el caliper	30	X		
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	12			X
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	55			X
J	Inspeccionar la manilla de embrague	56			X
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	62			X
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	9		X	
K	Lubricar la cadena	50	X		
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	7		X	
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	48			X
M	Inspeccionar la direccion	49			X
H	Pedir filtro y aceite para el motor	69			X
H	Colocar filtro de aceite nuevo	11	X		
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	47	X		
H	Retirar recipiente para aceite usado	14	X		
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	14	X		
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	11	X		

H	Vaciar el aceite nuevo	63	X		
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	10	X		
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	9		X	
N	Colocar el tanque de la moto	151	X		
N	Traer llave de la mesa de trabajo	7		X	
N	Ajustar tanque de la moto	28	X		
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	6		X	
N	Colocar el asiento de la moto	9	X		
N	Traer llave de la mesa de trabajo	7		X	
N	Ajustar asiento de la moto	18	X		
N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	4	X		
N	Colocar y ajustar tapas laterales	59	X		
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	X		
Ñ	Encender la moto	3	X		
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	25			X
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	37		X	
Ñ	Prueba por operario	134	X		
Ñ	Entregar moto a cliente	33	X		
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	73	X		

3.1.6. Indicadores actuales de productividad

3.1.6.1. Servicio de mantenimiento preventivo

El servicio de mantenimiento preventivo realizado por la empresa Tecnimoto Cix varía, debido a que cada técnico trabaja de manera distinta. En el año 2019 el tiempo de servicio tuvo muchas variaciones debido a la falta de estandarización de los procesos.

La cantidad de servicio teórico se obtuvo el tiempo base sobre el cuello de botella, el cuello de botella se detalla en el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP).

El Número de servicios de mantenimiento preventivo se obtiene en base a la adaptación de la fórmula de Palacios. [29]

$$Producción = \frac{\text{Tiempo disponible de producción}}{\text{Takt Time}}$$

Número de servicios teóricos para técnico 01:

$$N^{\circ} \text{ de servicios} = \frac{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}{3\,847 \frac{\text{segundos}}{\text{motocicleta}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ segundos}}} * 4 \text{ operarios}$$

$$N^{\circ} \text{ de servicios} = 7 \frac{\text{motocicletas}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 4 \text{ operarios}$$

$$N^{\circ} \text{ de servicios} = 8\,736 \frac{\text{motocicletas}}{\text{año}}$$

Los servicios teóricos brindados por los 4 técnicos son de 8 736 motocicletas por año.

En resumen, con los cuatros técnicos se realizaron en teoría se realizaron 8 736 servicios de mantenimiento preventivo de motocicletas. Sin embargo, en el año 2 019 se lograron atender 7 800 motocicletas para servicio de mantenimiento preventivo como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. N°de motocicletas atendidas en el año 2 019

MES	N° MOTOCICLETAS ATENDIDAS
Enero	620
Febrero	570
Marzo	688
Abril	670
Mayo	658
Junio	652
Julio	727
Agosto	617
Setiembre	642
Octubre	593
Noviembre	588
Diciembre	775
TOTAL	7 800

3.1.6.2. Productividad total

La productividad actual de la empresa del año 2019 se tomará en cuenta la siguiente ecuación:

$$Productividad\ total = \frac{Ventas(Soles)}{C.MOD + C.suminitros + CIF + C.otros}$$

$$Productividad\ total = \frac{247\ 830,00\ soles}{(19\ 463,63 + 49\ 440,00 + 9\ 372,00 + 5\ 000,00)\ soles}$$

$$Productividad\ total = \frac{247\ 830,00\ soles}{83\ 275,63\ soles} = 2,98$$

La productividad total es de 2,98, este índice indica que sol invertido en los costos de insumos, costos de mano de obra directa, costos de suministros, costos indirectos de fabricación y de depreciación la empresa obtiene de ingresos 2,98 soles.

En la tabla 8 se detallan las ventas del servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas. En la tabla 22 detalla el resumen de los recursos empleados para llevar

a cabo los servicios de mantenimiento preventivo de motocicletas, ascendiendo a 83 275,63 soles.

Tabla 22. Resumen de los recursos empleados de la empresa Tecnimoto Cix del año 2019

RECURSOS EMPLEADOS			TOTAL
Costo de insumos			19 463,63
Costo de MOD	4 120,00	12 meses	49 440,00
Suministros	781,00	12 meses	9 372,00
CIF+ depreciación 5%			5 000,00
TOTAL			83 275,63

3.1.6.3. Productividad laboral

La productividad laboral es:

$$Productividad\ laboral = \frac{N^{\circ}\text{ servicios de mantenimiento preventivo}}{N^{\circ}\text{ de trabajadores}}$$

Tabla 23. Horas empleadas por los técnicos del año 2019 de la empresa Tecnimoto Cix

MESES	DIAS LABORADOS	HORAS POR TURNO	TÉCNICOS	HORAS HOMBRE	N° MOTOS ATENDIDAS
Enero	26	8	4	832	620
Febrero	24	8		768	570
Marzo	24	8		768	688
Abril	26	8		832	670
Mayo	27	8		864	658
Junio	23	8		736	652
Julio	24	8		768	727
Agosto	26	8		832	617
Setiembre	24	8		768	642
Octubre	26	8		832	593
Noviembre	25	8		800	588
Diciembre	23	8		736	775
	TOTAL			9 536	7 800

$$Productividad\ laboral = \frac{N^{\circ}\text{ servicios de mantenimiento preventivo}}{N^{\circ}\text{ de trabajadores}} = \frac{7\ 800\text{ servicios}}{4\text{ trabajadores}} = 1\ 950 \frac{\text{servicios}}{\text{trabajador}}$$

La productividad laboral tiene un índice de 1 950 servicios de mantenimiento preventivo por cada trabajador en el año 2019.

3.1.6.4. Productividad de MOD real

La productividad de la MOD es:

$$Productividad\ mano\ de\ obra = \frac{N^{\circ}\text{ servicios de mantenimiento preventivo}}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

$$Productividad\ mano\ de\ obra = \frac{7\ 800\text{ servicios}}{9\ 536\text{ horas hombre}} = 0,82 \frac{\text{servicios}}{\text{hora hombre}}$$

La productividad de la mano de obra directa es de 0,82 servicios de mantenimiento preventivo por cada hora hombre trabajada real.

3.1.6.5. Productividad de MOD con la capacidad diseñada

Productividad de MOD con la capacidad diseñada:

$$Productividad\ mano\ de\ obra = \frac{8\ 736\text{ servicios}}{9\ 536\text{ horas hombre}} = 0,92 \frac{\text{servicios}}{\text{hora hombre}}$$

La productividad de la mano de obra directa con respecto a la capacidad diseñada es de 0,92 servicios de mantenimiento preventivo por cada hora hombre trabajada.

3.1.6.6. Diferencia de la productividad de MOD

Diferencia de la productividad:

$$Diferencia\ de\ productividad\ de\ MOD = \frac{0,92 - 0,82}{0,92} * 100 = 10,7\%$$

La productividad de mano de obra directa del año 2019 tiene un indicador de 0,82 servicios de mantenimiento preventivo por cada hora trabajada de los técnicos, teniendo un descenso del 10,7% en la productividad, debido a que se debió realizar 8 736 servicios de mantenimiento preventivo, y su productividad debería ser 0,92 servicios de mantenimiento preventivo por cada hora hombre trabajada.

3.1.7. Identificación de problemas en el proceso de mantenimiento y sus causas

Como se explicó anteriormente, el incremento del mercado de motocicletas en el Perú se encuentra en aumento, es por ello que la empresa Tecnimoto Cix enfrenta el reto de mantenerse al ritmo del crecimiento de la demanda y lograr mantener una competitividad sólida en el mercado.

Para lograrlo, debe aprovechar al máximo sus recursos disponibles, logrando mejorar su productividad que viene siendo afectada por diversos factores, los cuales fueron identificados en conjunto con el personal de la organización y son mostrados en la figura 12.

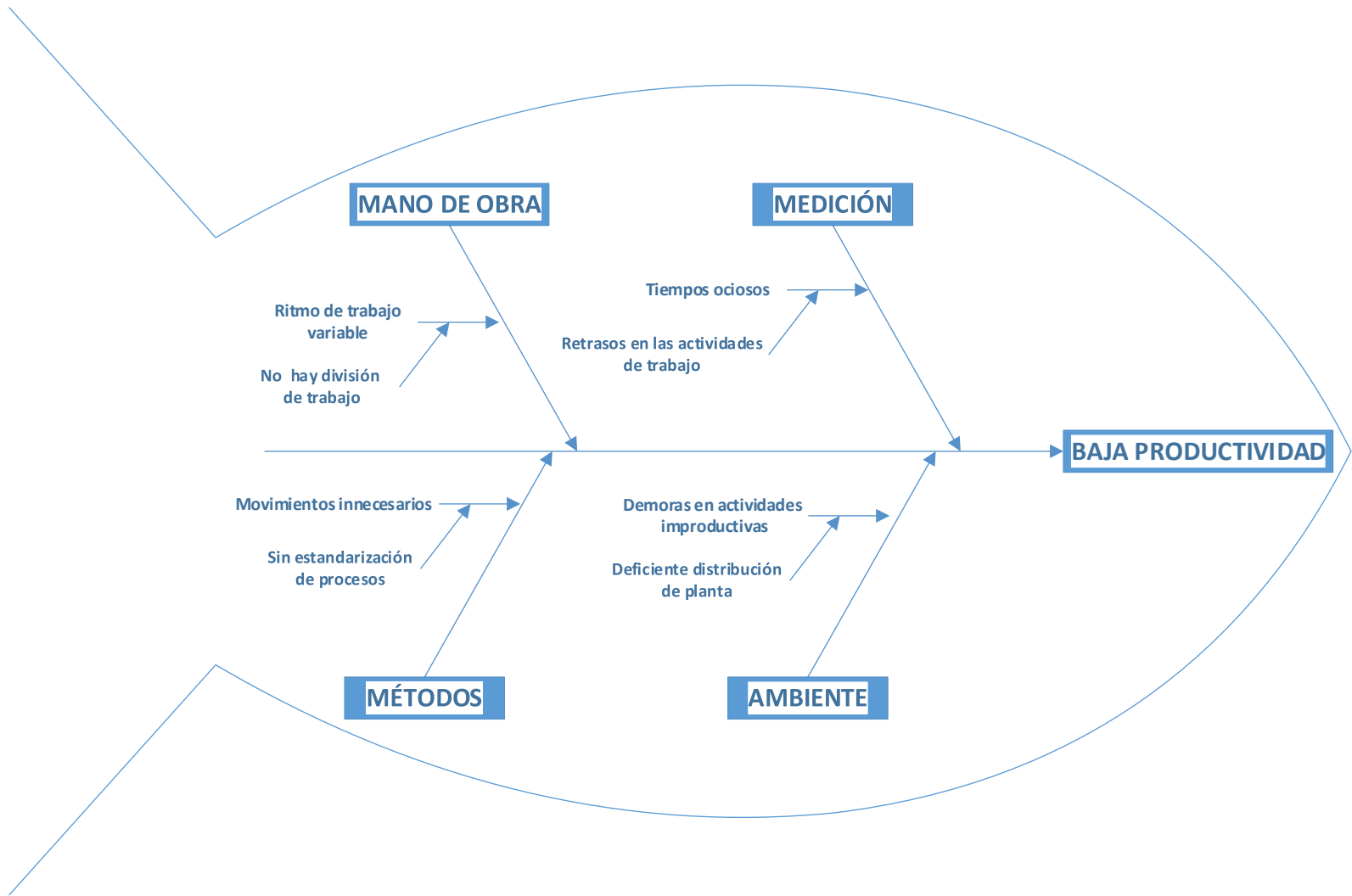


Figura 12. Diagrama Causa - Efecto por la baja productividad de la empresa Tecnimoto Cix






En cuanto al servicio de mantenimiento preventivo, Tecnimoto Cix tiene una productividad baja debido a que no se están aprovechando los recursos como la mano de obra, tiempo y en especial los recursos económicos se están desperdiciando al tener costos innecesarios.

3.1.7.1. Ritmo de trabajo variable

Es una de las causas de baja productividad, se realizó los diagramas de análisis de operaciones a cada operario, como se muestran en las tablas del 17 al 20.

Para el mantenimiento por el técnico 01, se obtiene un total de 124 actividades, conformadas por 85 operaciones, 14 inspecciones, 23 transportes y 2 espera. Las actividades del técnico 01 se realizaron en un tiempo total de 3 847 segundos, así como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24. Resumen del DAP técnico 01

RESUMEN TÉCNICO 01			
ACTIVIDAD	SIMBOLO	MANTENIMIENTO	
		CANTIDAD	TIEMPO (segundos)
Operación		85	3 081
Transporte		23	177
Espera		2	193
Inspeccion		14	395
Almacen		0	0
TOTAL		124	3 847

Se mostrará a continuación el porcentaje de actividades improductivas

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 01} = \frac{23 + 2}{85 + 23 + 2 + 14} \times 100$$






$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 01} = 0,201 \times 100$$

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 01} = 20,1\%$$

Como se observa a través de la aplicación de la fórmula de obtención de actividades improductivas, en este análisis se obtuvo un 20,1% de improductividad en sus operaciones.

Para el mantenimiento por el técnico 02, se obtiene un total de 142 actividades, conformadas por 82 operaciones, 13 inspecciones, 44 transportes y 3 espera. Las actividades del técnico 02 se realizaron en un tiempo total de 4 396 segundos, así como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Resumen del DAP técnico 02

RESUMEN TÉCNICO 02			
ACTIVIDAD	SIMBOLO	MANTENIMIENTO	
		CANTIDAD	TIEMPO (segundos)
Operación		82	3 209
Transporte		44	383
Espera		3	398
Inspeccion		13	406
Almacen		0	0
TOTAL		142	4 396

Se mostrará a continuación el porcentaje de actividades improductivas

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 02} = \frac{44 + 3}{82 + 44 + 3 + 13} \times 100$$






$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 02} = 0,331 \times 100$$

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 02} = 33,1\%$$

Como se observa a través de la aplicación de la fórmula de obtención de actividades improductivas, en este análisis se obtuvo un 33,1% de improductividad en sus operaciones.

Para el mantenimiento por el técnico 03, se obtiene un total de 141 actividades, conformadas por 79 operaciones, 14 inspecciones, 47 transportes y 1 espera. Las actividades del técnico 03 se realizaron en un tiempo total de 4 343 segundos, así como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Resumen del DAP técnico 03

RESUMEN TÉCNICO 03			
ACTIVIDAD	SIMBOLO	MANTENIMIENTO	
		CANTIDAD	TIEMPO (segundos)
Operación		79	3 399
Transporte		47	417
Espera		1	72
Inspeccion		14	455
Almacen		0	0
TOTAL		141	4 343

Se mostrará a continuación el porcentaje de actividades improductivas

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 03} = \frac{47 + 1}{79 + 47 + 1 + 14} \times 100$$






$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 03} = 0,341 \times 100$$

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 03} = 34,1\%$$

Como se observa a través de la aplicación de la fórmula de obtención de actividades improductivas, en este análisis se obtuvo un 34,1% de improductividad en sus operaciones.

Para el mantenimiento por el técnico 04, se obtiene un total de 135 actividades, conformadas por 81 operaciones, 15 inspecciones, 38 transportes y 1 espera. Las actividades del técnico 01 se realizaron en un tiempo total de 4 246 segundos, así como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27. Resumen del DAP técnico 04

RESUMEN TÉCNICO 04			
ACTIVIDAD	SIMBOLO	MANTENIMIENTO	
		CANTIDAD	TIEMPO (segundos)
Operación		81	3 361
Transporte		38	363
Espera		1	69
Inspeccion		15	453
Almacen		0	0
TOTAL		135	4 246

Se mostrará a continuación el porcentaje de actividades improductivas

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 04} = \frac{38 + 1}{81 + 38 + 1 + 15} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 04} = 0,288 \times 100$$

$$\% \text{ Actv. improductivas técnico 04} = 28,8\%$$

Como se observa a través de la aplicación de la fórmula de obtención de actividades improductivas, en este análisis se obtuvo un 10,2% de improductividad en sus operaciones.

Con lo antes calculado se observa variabilidad en las actividades ejecutadas por cada técnico, en la figura 13 se observa un gráfico del porcentaje de actividades improductivas realizadas por cada técnico, en donde se determina que el técnico 02 tiene un mayor porcentaje y el técnico 01 tiene el porcentaje más bajo, esto se origina porque no cuentan con tiempos y unos procesos estándar.

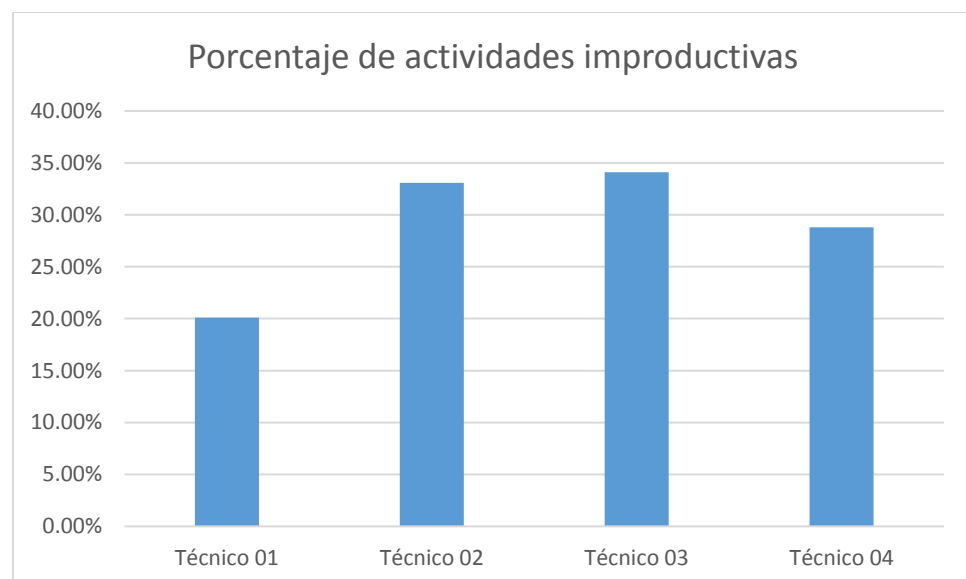


Figura 13. Porcentaje de actividades improductivas de los técnicos

Si bien es cierto que el porcentaje de actividades improductivas no han alcanzado el 40%, siendo este índice relevante como lo mencionan en la investigación de Oglesby, Parker y Howell [30], sin embargo, se obtuvieron

improductividades de hasta el 34,1% el cual es muy cercano a considerarse como trabajo improductivo. El nivel de productividad se ve afectado por estas actividades improductivas, por eso esta investigación propondrá la disminución de estas.

En la figura 14 se muestra un grafico que muestra la variación de tiempos en la ejecución de los procesos para realizar el servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas, en el cual se observa que el operario 1, en su mayoría, tiene los tiempos más bajos. El proceso H tiene una mayor variación de tiempos, este es el proceso de Cambio de aceite y filtros, siendo el operario 2 es que demora más en realizar dicha operación. En el proceso D, que es el cuello de botella, siendo la Limpieza del carburador el operario 3 es el que demora más en realizarla.

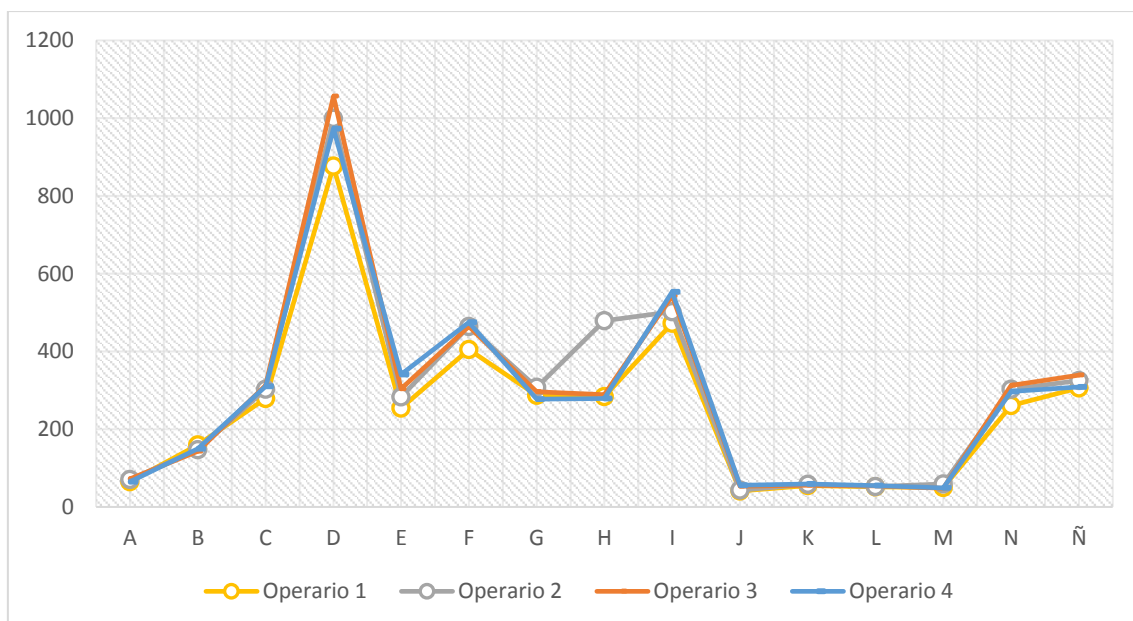


Figura 14. Gráfica de variabilidad en la ejecución de los procesos

3.1.7.2. Demora del personal

Debido a que los técnicos de la empresa Tecnimoto Cix no tienen tiempos estándar en sus procesos, muchas veces se demoran más de lo planificado, por lo tanto, hay clientes que no logran atenderse el día en que llega a la empresa, sino que se reprograma para el día siguiente, generando una incomodidad en los

clientes. En la figura 14 se puede observar a los clientes esperando en las instalaciones de la empresa para ser atendidos.

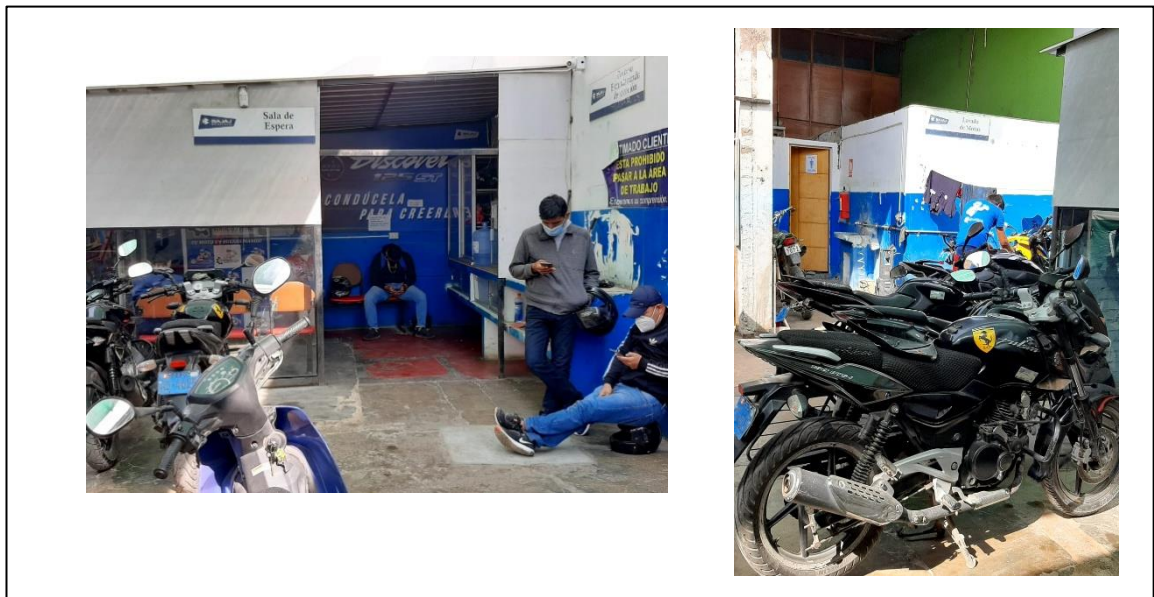


Figura 15. Clientes con sus motocicletas esperando para ser atendidos

La empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L, presenta una cantidad de pedidos no atendidos en el día que llegan los clientes al taller, las cuales se pueden evidenciar en la tabla 28, en el mes de noviembre del año 2019 se presenta el mayor ingreso no percibido 6 895,00 soles. Se puede determinar que el porcentaje promedio de motos no atendidas es de 27,4% y el porcentaje promedio de ingresos no percibidos por la empresa es de 31,3%.

Tabla 28. Servicio de mantenimiento preventivo no atendidos en el mismo día

MES	N° MOTOS ATENDIDAS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	N° MOTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVOS NO ATENDIDOS	INGRESOS NO PERCIBIDOS	PORCENTAJE DE MOTOS NO ATENDIDAS (%)	PORCENTAJE DE INGRESOS NO PERCIBIDOS (%)
ENERO	620	S/ 22 250,00	189	S/ 6 615,00	30,5%	29,7%
FEBRERO	570	S/ 21 650,00	108	S/ 3 780,00	18,9%	17,5%
MARZO	688	S/ 20 700,00	179	S/ 6 265,00	26,0%	30,3%
ABRIL	670	S/ 19 250,00	193	S/ 6 755,00	28,8%	35,1%
MAYO	658	S/ 20 430,00	175	S/ 6 125,00	26,6%	30,0%
JUNIO	652	S/ 16 650,00	185	S/ 6 475,00	28,4%	38,9%
JULIO	727	S/ 17 450,00	199	S/ 6 965,00	27,4%	39,9%
AGOSTO	617	S/ 15 600,00	177	S/ 6 195,00	28,7%	39,7%
SETIEMBRE	642	S/ 22 400,00	196	S/ 6 860,00	30,5%	30,6%
OCTUBRE	593	S/ 20 700,00	170	S/ 5 950,00	28,7%	28,7%
NOVIEMBRE	588	S/ 19 500,00	197	S/ 6 895,00	33,5%	35,4%
DICIEMBRE	775	S/ 22 400,00	169	S/ 5 915,00	21,8%	26,4%
TOTAL	7 800	S/ 238 980,00	2 137	S/ 74 795,00	27,4%	31,3%

En la Figura 15, se observa un aumento de los servicios no atendidos en el día previsto, ocasionando incomodidad en los clientes.

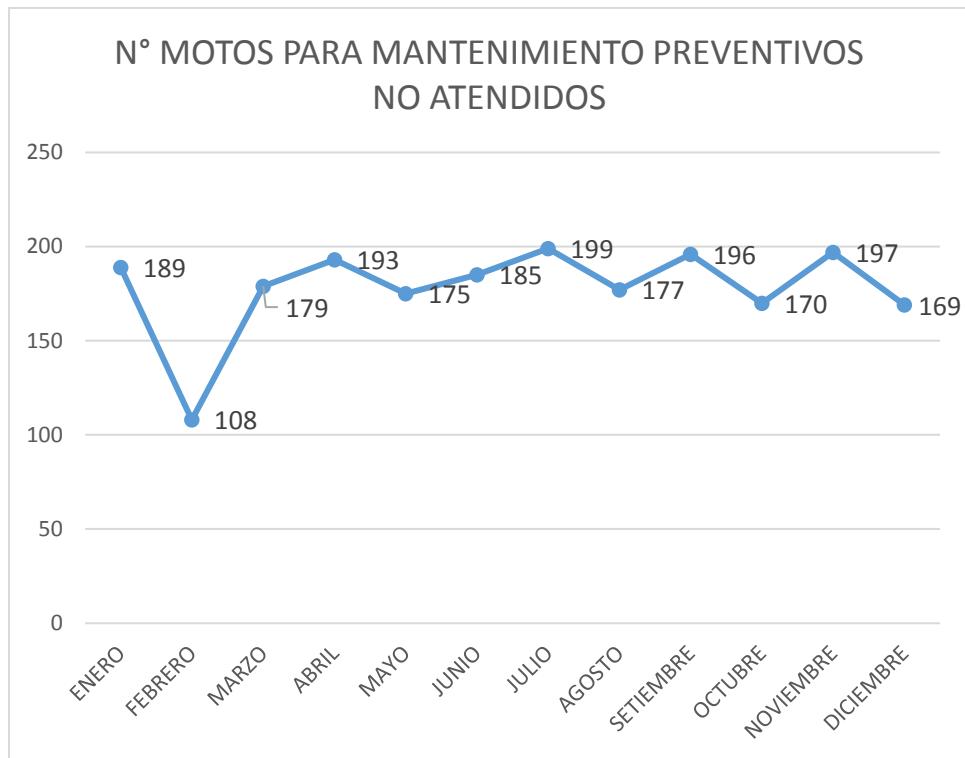
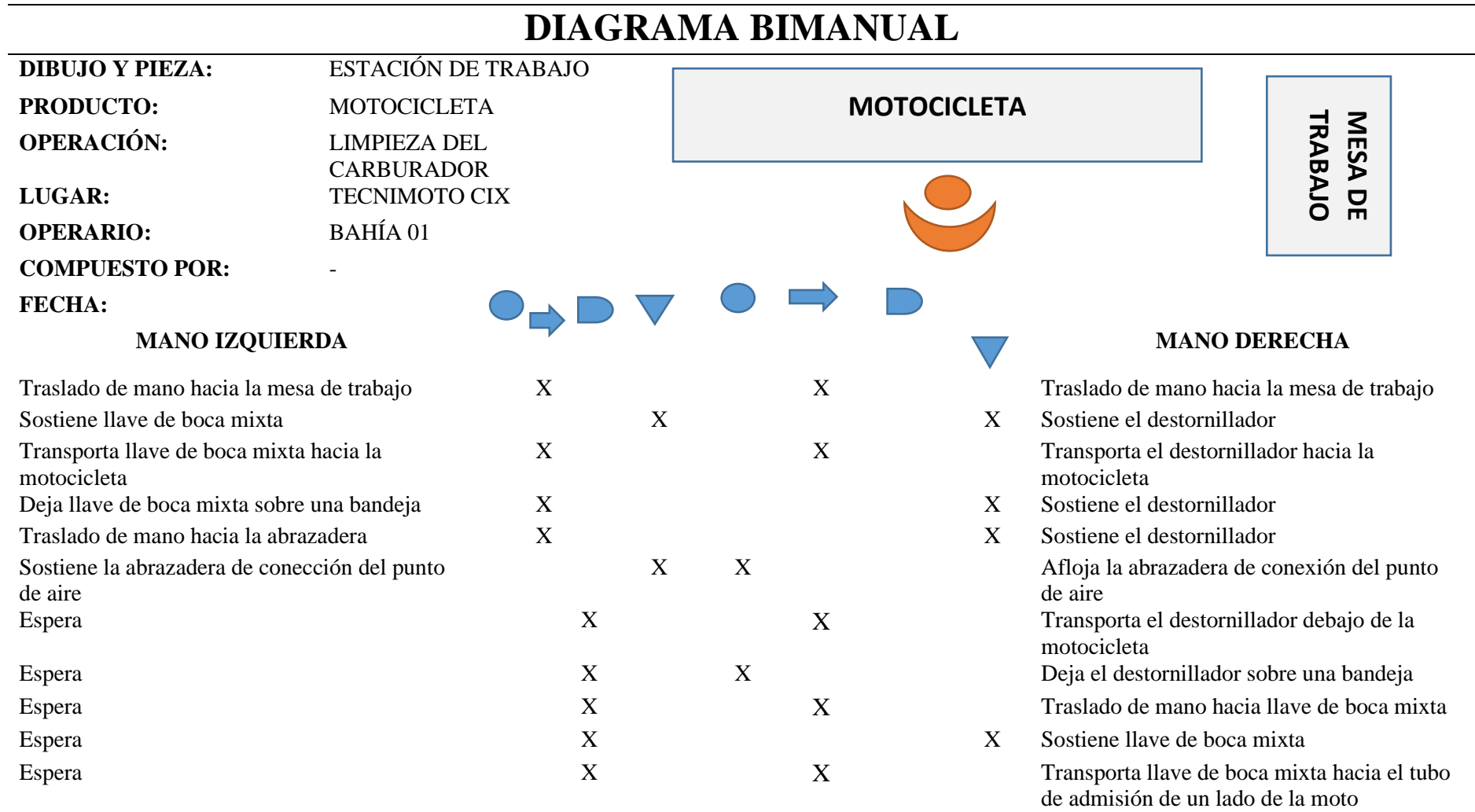


Figura 16. Servicios no atendidos en el mismo día del año 2019

3.1.7.3. Movimientos innecesarios

En la tabla 29 se observa el diagrama bimanual del roceso cuello de botella que es limpieza del carburador, sumando un total de 340 actividades simultáneas y teniendo mayor porcentaje en transportes y sosten de la mano derecha e izquierda respectivamente. Lo que indica que se están realizando movimientos innecesarios debido a que no se cuenta con una estandarización de procesos, donde se detallan las actividades a seguir. El diagrama Bimanual se realizó de la operación cuello de botella que es la Limpieza del Carburador, con la finalidad de identificar las actividades improductivas y proponer mejoras para su eliminación o disminución.

Tabla 29. Diagrama bimanual del proceso de limpieza del carburador



Traslado de mano hacia la tuerca	X		X			Afloja la tuerca del tubo de admisión que va conectado al carburador
Retira la tuerca	X				X	Sostiene llave de boca mixta
Transporta la tuerca hacia una bandeja	X				X	Sostiene llave de boca mixta
Deja la tuerca	X				X	Sostiene llave de boca mixta
Espera		X		X		Transporta llave de boca mixta hacia la mano izquierda
Sostiene la llave de boca mixta	X				X	Espera
Transporta llave de boca mixta hacia el tubo de admisión del otro lado de la moto	X			X		Traslado de mano hacia la tuerca
Afloja la tuerca de la salida de la mezcla del carburador	X		X			Retira la tuerca
Sostiene llave de boca mixta			X	X		Transporta la tuerca hacia una bandeja
Sostiene llave de boca mixta			X	X		Deja la tuerca
Sostiene llave de boca mixta			X		X	Espera
Transporte de llave de boca mixta hacia la bandeja	X				X	Espera
Deja llave de boca mixta	X				X	Espera
Espera		X		X		Traslado de mano hacia la llave de paso
Espera		X		X		Cerrar la llave de paso
Espera		X		X		Traslado de manos hacia la manguera de ingreso de gasolina
Espera		X		X		Desconectar la manguera de ingreso de gasolina
Espera		X		X		Traslado de manos hacia el cable de aceleración
Espera		X		X		Desconectar cable de aceleración
Traslado de mano a la conexión del punto de aire al carburador	X			X		Traslado de mano hacia el carburador
Sostiene punto de aire			X		X	Sostiene el carburador para retirarlo
Desconecta punto de aire	X				X	Sostiene el carburador para retirarlo

Traslado de mano hacia la manguera de desfogue	X		X		Desconecta el carburador del tubo de admisión
Retira manguera	X			X	Sostiene el carburador
Trasporta la manguera hacia la bandeja	X			X	Sostiene el carburador
Deja la manguera	X			X	Sostiene el carburador
Espera		X		X	Transporte del carburador hacia la mesa de trabajo
Espera		X		X	Deja el carburador encima de la mesa de trabajo
Traslado de mano hacia la bandeja	X			X	Espera
Sostiene bandeja			X	X	Espera
Trasporte de bandeja hacia la mesa de trabajo	X			X	Espera
Deja bandeja encima de la mesa de trabajo	X			X	Traslado de mano hacia el carburador
Espera			X		X Sostiene el carburador
Espera			X	X	Transporte del carburador hacia la Bandeja
Traslado de mano hacia el carburador	X		X		Deja el carburador encima de la Bandeja
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza			X	X	Traslado de mano hacia la botella con gasolina
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza			X		X Sostiene botella con gasolina
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza			X	X	Transporte de botella con gasolina hacia la Bandeja
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza			X	X	Limpia con gasolina la superficie del carburador
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza			X	X	Transporte de botella con gasolina a lado de la bandeja
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza			X	X	Deja la botella de gasolina
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza			X	X	Traslado de mano hacia el cepillo

Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza		X		X	Sostiene el cepillo
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza		X		X	Transporte de cepillo hacia la bandeja
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza		X	X		Cepilla la superficie del carburador
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza		X		X	Deja el cepillo encima de la Bandeja
Transporte del carburador hacia mesa de trabajo	X			X	Espera
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo		x		X	Traslado de mano hacia el destornillador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo		x			X Sostiene el destornillador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo		x	X		Desarma los tornillos de la tapa del carburador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo		x		X	Transporte el destornillador hacia la mesa de trabajo
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo		x	X		Deja el destornillador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo		x		X	Traslado de mano hacia la tapa del carburador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo		x	X		Retira la tapa y los tornillos
Sostiene el carburador y verifica en que condición se encuentra		x		X	Transporte de tapa y los tornillos hacia la Bandeja
Traslado de mano hacia el flotador	X		X		Deja la tapa y los tornillos
Sostiene el flotador		X		X	Traslado de mano hacia el destornillador
Sostiene el flotador		X			X Sostiene el destornillador
Sostiene el flotador		X		X	Transposte del destornillador hacia el carburador destapado
Sostiene el flotador		X	X		Desajusta tornillo que soporta el flotador
Retira flotador, pasador y la aguja	X				X Sostiene el destornillador
Transporta flotador, pasador y aguja hacia la mesa de trabajo	X				X Sostiene el destornillador

Deja flotador, pasador y aguja hacia la mesa de trabajo	X				X	Sostiene el destornillador
Traslado de mano hacia el carburador desarmado		X		X		Transporta el destornillador hacia las espreas del carburador destapado
Sostiene el carburador destapado sobre la mesa de trabajo			X	X		Afloja las espreas del carburador
Sostiene el carburador destapado sobre la mesa de trabajo			X		X	Transporta el destornillador hacia la mesa de trabajo
Sostiene el carburador destapado sobre la mesa de trabajo			X	X		Deja el destornillador
Traslado de mano hacia las espreas		X			X	Traslado de mano hacia las espreas
Retira las espreas del carburador	X			X		Retira las espreas del carburador
Sostiene las espreas del carburador			X		X	Sostiene las espreas del carburador
Verifica en que condición se encuentra las esperas			X		X	Verifica en que condición se encuentra las esperas
Transporta las espreas del carburador hacia la mesa de trabajo		X			X	Transporta las espreas del carburador hacia la mesa de trabajo
Deja las espreas del carburador hacia la mesa de trabajo	X			X		Deja las espreas del carburador hacia la mesa de trabajo
Traslado de mano hacia el carburador		X			X	Traslado de mano hacia la botella con gasolina
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo			X		X	Sostiene la botella con gasolina
Transporta el carburador hacia la bandeja		X			X	Transporta la botella con gasolina hacia la bandeja
Sostiene el carburador sobre la bandeja			X	X		Limpia con gasolina a la parte interna del carburador
Deja carburador encima de la bandeja	X				X	Sostiene la botella con gasolina
Traslado de mano hacia la tapa		X			X	Sostiene la botella con gasolina
Sostiene la tapa sobre la bandeja			X	X		Limpia con gasolina a la parte interna de la tapa
Transporta la tapa hacia la mesa de trabajo		X			X	Sostiene la botella con gasolina
Deja la tapa	X				X	Sostiene la botella con gasolina

Traslado de mano hacia la bandeja	X				X	Sostiene la botella con gasolina
Sostiene el carburador destapado		X			X	Sostiene la botella con gasolina
Transporta carburador destapado hacia la mesa de trabajo	X				X	Sostiene la botella con gasolina
Deja el carburador destapado sobre la mesa de trabajo	X				X	Sostiene la botella con gasolina
Traslado de mano hacia las espreas del carburador	X				X	Sostiene la botella con gasolina
Sostiene las espreas del carburador		X			X	Sostiene la botella con gasolina
Transporta las espreas del carburador sobre la bandeja	X				X	Sostiene la botella con gasolina
Sostiene las espreas del carburador sobre la bandeja		X	X			Limpia con gasolina hacia los conductos de las esperas del carburador
Sostiene las espreas del carburador sobre la bandeja		X		X		Transporta la botella con gasolina hacia la mesa de trabajo
Sostiene las espreas del carburador sobre la bandeja		X	X			Deja la botella con gasolina
Transporta las espreas del carburador hacia la mano derecha	X				X	Espera
Deja las espreas del carburador en la mano derecha	X				X	Sostiene la espreas del carburador
Traslado de mano hacia el carburador destapado	X				X	Sostiene la espreas del carburador
Sostiene el carburador		X		X		Transporta la espreas hacia el carburador
Sostiene el carburador		X	X			Colocar las espreas en el carburador
Sostiene el carburador		X		X		Traslado de mano hacia el destornillador
Sostiene el carburador		X			X	Sostiene el destornillador
Sostiene el carburador		X		X		Transporta el destornillador hacia las espreas
Sostiene el carburador		X	X			Ajusta las espreas
Sostiene el carburador		X	X			Regula el Carburador

Traslado de mano hacia el flotador	X			X	Transporta el destornillador hacia la mesa de trabajo
Sostiene el flotador		X	X		Deja el destornillador
Transporta el flotador sobre el carburador desarmado	X			X	Traslado de mano hacia la aguja del flotador
Sostiene el flotador		X			X Sostiene la aguja del flotador
Sostiene el flotador		X		X	Transporta la aguja hacia el flotador
Une el flotador con la aguja	X		X		Une la aguja con el flotador
Sostiene el flotador y la aguja		X		X	Traslado de mano hacia el pasador
Sostiene el flotador y la aguja		X			X Sostiene el pasador
Sostiene el flotador y la aguja		X		X	Transporta el pasador hacia el flotador
Sostiene el flotador y la aguja		X	X		Coloca el pasador del flotador
Coloca el flotador armado hacia el carburador	X		X		Coloca el flotador armado hacia el carburador
Sostiene el carburador		X		X	Traslado de mano hacia destornillador
Sostiene el carburador		X			X Sostiene el destornillador
Sostiene el carburador		X		X	Transporta el destornillador hacia el flotador
Sostiene el carburador		X	X		Ajusta tornillo de soporte del flotador
Traslado de mano hacia la tapa	X			X	Transporta el destornillador hacia la mesa de trabajo
Sostiene la tapa		X	X		Deja el destornillador
Transporta la tapa hacia el carburador	X			X	Traslado de mano hacia los tornillos
Coloca la tapa al carburador	X				X Sostiene los tornillos
Sostiene el carburador y la tapa		X	X		Coloca los tornillos al carburador
Sostiene el carburador y la tapa		X		X	Traslado de mano hacia el destornillador
Sostiene el carburador y la tapa		X			X Sostiene el destornillador
Sostiene el carburador y la tapa		X		X	Transporta el destornillador hacia la tapa del carburador
Sostiene el carburador y la tapa		X	X		Ajusta los tornillos de la tapa del carburador

Sostiene el carburador		X	X		Regula revolución minima
Transporte del carburador hacia la moto	X			X	Espera
Sostiene el carburador		X		X	Traslado de mano hacia la manguera de desfogue
Sostiene el carburador		X		X	Sostiene la manguera
Sostiene el carburador		X	X		Transporta de manguera de desfogue hacia el carburador
Sostiene el carburador		X	X		Conecta la manguera de desfogue hacia el carburador
Sostiene y conecta el carburador hacia el tubo de admisión		X		X	Espera
Traslado de mano hacia la coneccion del punto de aire	X			X	Traslado de mano hacia el carburador
Sostiene y conecta el punto de aire hacia el carburador		X		X	Sostiene el carburador
Sostiene el carburador		X		X	Traslado de mano hacia la tuerca
Sostiene el carburador		X		X	Sostiene la tuerca
Sostiene el carburador		X		X	Transporta la tuerca hacia el tubo de admisión de un lado de la motocicleta
Sostiene el carburador		X	X		Coloca la tuerca
Traslado de mano hacia del destornillador	X			X	Traslado de mano hacia la abrazadera
Sostiene el destornillador		X		X	Sostiene la abrazadera
Transporta el destornillador hacia la abrazadera	X			X	Sostiene la abrazadera
Ajusta la abrazadera	X			X	Sostiene la abrazadera
Transporta el destornillador hacia la bandeja	X			X	Traslada la mano hacia la llave de boca mixta
Deja el destornillador	X			X	Sostiene la llave de boca mixta
Espera		X		X	Transporta la llave de boca mixta hacia el tubo de admisión de un lado de la motocicleta
Espera		X	X		Ajusta la tuerca

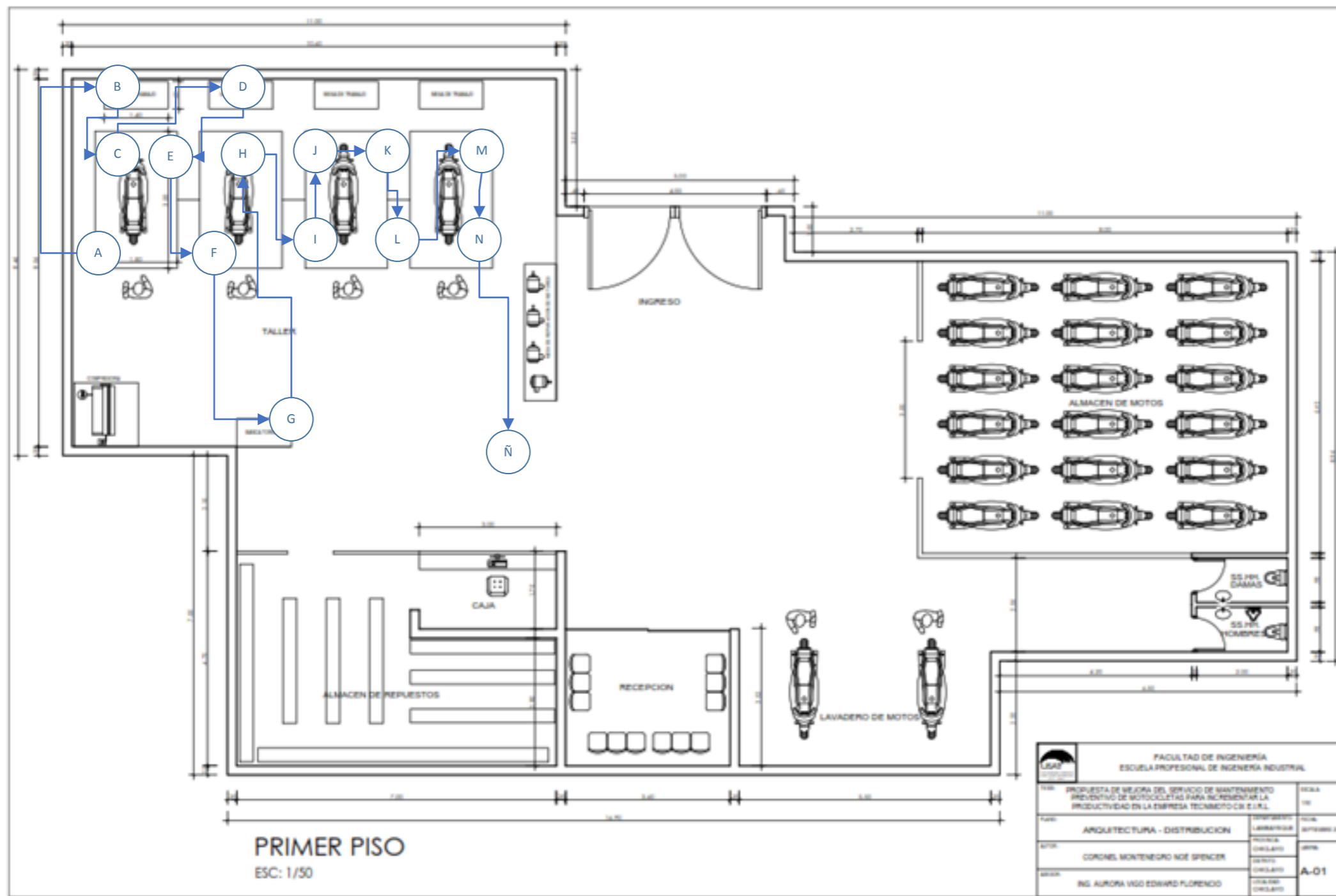
Espera		X			X		Transporta la llave de boca mixta hacia la mano izquierda
Sostiene la llave de boca mixta			X		X		Traslado de mano hacia el cable de aceleración
Sostiene la llave de boca mixta			X	X			Conecta el cable de aceleración
Sostiene la llave de boca mixta			X		X		Traslado de mano hacia la manguera de ingreso de gasolina del carburador
Sostiene la llave de boca mixta			X	X			Conecta manguera de ingreso de gasolina del carburador
Transporta la llave de boca mixta hacia el tubo de admisión del otro lado de la motocicleta		X			X		Traslada mano hacia la tuerca
Sostiene la llave de boca mixta			X			X	Sostiene la tuerca
Sostiene la llave de boca mixta			X		X		Transporta la tuerca hacia el tubo de admisión del otro lado de la motocicleta
Sostiene la llave de boca mixta			X	X			Coloca la tuerca
Ajusta la tuerca	X					X	Espera
Transporta la llave de boca mixta hacia la bandeja		X			X		Traslado de mano hacia llave de paso de gasolina
Deja llave de boca mixta	X			X			Abre llave de paso de gasolina

RESUMEN

METODO	ACTUAL		PROPUESTO	
OPERACIÓN	24	46	-	-
TRANSPORTE	41	62	-	-
ESPERA	17	13	-	-
SOSTÉN	88	49	-	-
TOTALES	170	170	-	-

3.1.7.4. Deficiente distribución de planta

La distribución de las instalaciones donde se realizan los mantenimientos preventivos no es la más adecuada, ni se encuentra señalizada. Esto origina que los clientes ingresen a dar “recomendaciones” a los técnicos con respecto al mantenimiento de las motocicletas, retrasando su trabajo. En la figura 16 se observa el layout de las instalaciones de la empresa, teniendo libre acceso los clientes a la zona de mantenimiento. También se observa que se cuenta con espacio, pero no se encuentra bien distribuido.



- LEYENDA:**
- A:Adecuación de la moto en el lugar de trabajo
 - B:Selección de herramientas y materiales
 - C:Desmontaje de tapas, asiento y tanque
 - D:Limpieza del carburador
 - E:Limpieza del filtro de aire
 - F:Calibración de válvulas
 - G:Limpieza de bujía
 - H:Cambio de aceite y filtro
 - I:Limpieza de los frenos
 - J:Inspección de manilla de embrague
 - K:Lubricación de cadena
 - L:Medición y calibración de presión de las llantas
 - M:Inspección de dirección
 - N:Montaje de tapas, asiento y tanque
 - Ñ:Entrega de moto al cliente

Figura 17. Layout actual de la empresa Tecnimoto Cix

3.1.8. Propuesta de solución de implementación

Respecto a las causas previamente sustentadas, la tabla 30 señala las herramientas que se proponen utilizar para lograr la mejora de la productividad en el servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas.

Tabla 30. Propuestas de implementación

PROBLEMA	CAUSAS	SUB-CAUSAS	PROPUESTA
Baja productividad	Ritmo de trabajo variable	No hay división de trabajo	Mejora de técnicas de trabajo
	Movimientos innecesarios	Sin estandarización de procesos	Implementación de la metodología SMED Estandarización de tiempos Balance de línea
	Tiempos Ociosos	Retrasos en las actividades de trabajo	
	Demoras en actividades improductivas	Deficiente distribución de planta	Distribución celular de la planta

3.2. Elaborar propuestas de implementación en el servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L.

3.2.1. Desarrollo de implementación

Las propuestas de implementación a desarrollar en esta investigación se basan en aumentar a productividad de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L.

3.2.1.1. Metodología SMED

Se siguieron 4 etapas para la aplicación de SMED, además de la etapa preliminar:

Etapas Preliminar:

En esta etapa se identificó las actividades de cada proceso con los Diagramas de Análisis de Procesos (DAP), luego, se procedió a filmar la secuencia de cada operador en el proceso, y posteriormente a analizar cada operación anotando la duración de cada actividad. Se identificaron las

actividades que no generaban valor al producto, que se clasificaron en traslados, inspecciones y retrasos.

Etapa 1: Identificar operaciones

Se separó las actividades internas y externas, donde se identificó a las actividades externas, con la variante de las actividades que se realizan cuando la motocicleta se encuentre en el tiempo de servicio para el mantenimiento preventivo. Y las actividades internas como las actividades que se deben realizar antes del servicio, ya sea por el técnico o por otro personal de la empresa.

Las actividades internas se caracterizan porque se pueden realizar previo al servicio, para reducir el tiempo del servicio y así aumentar el número de clientes atendidos. Por lo tanto, se clasificó como actividades internas a la inspección previa de la moto, a las actividades de seleccionar las herramientas necesarias para realizar el servicio de mantenimiento y trasladarlas a la moto de trabajo, y así sucesivamente.

En cambio, las actividades externas se caracterizan porque son propias del servicio de mantenimiento, por lo tanto, se clasificó como actividades externas al traslado de la moto al lugar de trabajo, al encendido y apagado del motor, y así sucesivamente.

En la tabla 31 se detallan las actividades, donde se identificaron las actividades internas y externas, en las actividades internas se tienen un total de 38 en las que se dedican 866 segundos. En lo que respecta a las actividades externas, suman un total de 86 actividades en las que se dedican 2 980 segundos.

Tabla 31. Separación de actividades del mantenimiento preventivo de motocicletas (SMED)

Separación actividades internas y externas de mantenimiento preventivo de motocicletas (SMED)							
Empresa:		Tecnimoto Cix E.I.R.L.	Técnico:	01	Modelo:	Propuesto	
N° personal:		1	Analista:	Spencer Coronel	Fecha:	05/09/2020	
N°	Procesos	Actividades	Tiempo	Operación		Tiempo	
				Interna	Externa	Interna	Externa
1	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	Se traslada la moto al lugar de trabajo	34		X		34
2	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	Encender el motor	4		X		4
3	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	Inspeccionar el sonido del motor	20	X		20	
4	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	Apagar el motor	3		X		3
5	Selección de herramientas y materiales	Traslado del operario hacia la mesa de herramientas	3	X		3	
6	Selección de herramientas y materiales	Seleccionar las herramienta y materiales para el desmontaje	23	X		23	
7	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Colocar las herramientas y materiales en una bandeja	5	X		5	
8	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Traslado del operario hacia la moto.	2	X		2	
9	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	53		X		53

10	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	5		X		5
11	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Desajustar y retirar el asiento de la moto	26		X		26
12	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Trasladar el asiento de la moto al piso	6		X		6
13	Selección de herramientas y materiales	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	5	X			5
14	Selección de herramientas y materiales	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	124	X			124
15	Selección de herramientas y materiales	Transladar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	4	X			4
16	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Translado del operario hacia la moto.	2	X			2
17	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Desajustar y retirar el tanque de la moto	174		X		174
18	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Trasladar el tanque de la moto al piso	6		X		6
19	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	Proceder elevar moto (Sistema neumático)	4		X		4
20	Limpieza del carburador	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	13		X		13
21	Limpieza del carburador	Desajustar las tuercas	24		X		24
22	Limpieza del carburador	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	3		X		3
23	Limpieza del carburador	Retirar el carburador	32		X		32
24	Limpieza del carburador	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	3	X			3
25	Limpieza del filtro de aire	Translado del operario hacia la moto	4	X			4
26	Limpieza del filtro de aire	Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	66		X		66
27	Limpieza del filtro de aire	Retirar el filtro de aire	6		X		6
28	Limpieza del filtro de aire	Traer un trapo de la mesa de trabajo	3	X			3

29	Limpieza del filtro de aire	Limpieza superficie externa de la caja del filtro de aire	9		X		9
30	Limpieza del filtro de aire	Transladar el filtro de aire a la mesa de trabajo	4	X		4	
31	Limpieza del filtro de aire	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	6		X		6
32	Calibración de válvulas	Seleccionar las herramientas para la calibración de las válvulas	8	X		8	
33	Calibración de válvulas	Traslado del operario hacia la moto	5	X		5	
34	Calibración de válvulas	Retirar la manguera del respirador del motor	5		X		5
35	Limpieza de bujía	Desajustar y retirar las bujías	73		X		73
36	Calibración de válvulas	Desajustar y retirar la tapa válvula	101		X		101
37	Calibración de válvulas	Tomar el punto muerto superior	55		X		55
38	Calibración de válvulas	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	56		X		56
39	Calibración de válvulas	Calibrar las válvulas	73		X		73
40	Calibración de válvulas	Colocar y ajustar la tapa válvula	96		X		96
41	Calibración de válvulas	Transladar el operario a la mesa de trabajo (llevar las bujías)	3	X		3	
42	Limpieza del carburador	Limpieza con gasolina la superficie del carburador	57		X		57
43	Limpieza del carburador	Desarmar el carburador	37		X		37
44	Limpieza del carburador	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	8		X		8
45	Limpieza del carburador	Limpieza con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	590		X		590
46	Limpieza del carburador	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	41		X		41
47	Limpieza del filtro de aire	Limpieza con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	74		X		74
48	Limpieza del filtro de aire	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	3	X		3	
49	Limpieza del filtro de aire	Sopletear el filtro de aire	16		X		16

50	Calibración de válvulas	Transladar el filtro de aire y el carburador hacia la moto	3		X		3
51	Limpieza del filtro de aire	Colocar el filtro de aire	6		X		6
52	Limpieza del filtro de aire	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	57		X		57
53	Limpieza del carburador	Colocar el carburador	38		X		38
54	Limpieza del carburador	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	15		X		15
55	Limpieza del carburador	Ajustar las tuercas de conexión con el motor	18		X		18
56	Cambio de aceite y filtro	Traer recipiente para el aceite usado	9	X		9	
57	Cambio de aceite y filtro	Colocar recipiente para aceite usado	4	X		4	
58	Cambio de aceite y filtro	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	4		X		4
59	Cambio de aceite y filtro	Desajustar y retirar la tapa del filtro de aceite	10		X		10
60	Cambio de aceite y filtro	Retirar filtro de aceite usado	5		X		5
61	Limpieza de bujía	Traslado del operario a la mesa de trabajo	5	X		5	
62	Limpieza de bujía	Coger las bujías	4		X		4
63	Limpieza de bujía	Traslado de las bujías de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5	X		5	
64	Limpieza de bujía	Limpiar las bujías	55		X		55
65	Limpieza de bujía	Calibrar las bujías	65		X		65
66	Limpieza de bujía	Traslado de operario a la moto	4	X		4	
67	Limpieza de bujía	Colocar y ajustar las bujías	76		X		76
68	Limpieza de los frenos	Seleccionar las herramienta y materiales para el mantenimiento de los frenos	19	X		19	
69	Limpieza de los frenos	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	19		X		19
70	Limpieza de los frenos	Retirar la varilla de fijación	6		X		6
71	Limpieza de los frenos	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	13		X		13

72	Limpieza de los frenos	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11		X		11
73	Limpieza de los frenos	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	13		X		13
74	Limpieza de los frenos	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	10		X		10
75	Limpieza de los frenos	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	14		X		14
76	Limpieza de los frenos	Desajustar y retirar la porta bandas	5		X		5
77	Limpieza de los frenos	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	10	X		10	
78	Limpieza de los frenos	Lijar las bandas de freno	14		X		14
79	Limpieza de los frenos	Limpiar el tambor	11		X		11
80	Limpieza de los frenos	Colocar la porta bandas en el tambor	9		X		9
81	Limpieza de los frenos	Colocar la llanta y cadena por completo	14		X		14
82	Limpieza de los frenos	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	16		X		16
83	Limpieza de los frenos	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	15		X		15
84	Limpieza de los frenos	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	14		X		14
85	Limpieza de los frenos	Colocar la varilla de fijación	14		X		14
86	Limpieza de los frenos	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	17		X		17
87	Limpieza de los frenos	Ajustar tension de la cadena	18		X		18
88	Limpieza de los frenos	Inspeccionar el eje alineado	18	X		18	
89	Limpieza de los frenos	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10		X		10
90	Limpieza de los frenos	Desjustar y retirar el caliper	25		X		25
91	Limpieza de los frenos	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	15	X		15	
92	Limpieza de los frenos	Lijar las pastillas	25		X		25
93	Limpieza de los frenos	Colocar y ajustar el caliper	28		X		28
94	Limpieza de los frenos	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	10	X		10	
95	Limpieza de los frenos	Inspeccionar la manilla del freno delantero	39	X		39	

96	Inspección de manilla de embrague	Inspeccionar la manilla de embrague	41	X		41
97	Limpieza de los frenos	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	43	X		43
98	Lubricación de cadena	Traer lubricante para cadena y el Barometro de la mesa de trabajo	5	X		5
99	Lubricación de cadena	Lubricar la cadena	50		X	50
100	Medición y calibración de presión de las llantas	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	52	X		52
101	Inspección de dirección	Inspeccionar la direccion	50	X		50
102	Cambio de aceite y filtro	Pedir filtro y aceite para el motor	69	X		69
103	Cambio de aceite y filtro	Colocar filtro de aceite nuevo	10		X	10
104	Cambio de aceite y filtro	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	47		X	47
105	Cambio de aceite y filtro	Retirar recipiente para aceite usado	15		X	15
106	Cambio de aceite y filtro	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	14		X	14
107	Cambio de aceite y filtro	Desajustar y retirar el tapón de llenado	13		X	13
108	Cambio de aceite y filtro	Vaciar el aceite nuevo	73		X	73
109	Cambio de aceite y filtro	Colocar y ajustar tapón de llenado	12		X	12
110	Montaje de tapas, asiento y tanque	Subir tanque de la moto (que esta en el piso)	7		X	7
111	Montaje de tapas, asiento y tanque	Colocar el tanque de la moto	135		X	135

11	Montaje de tapas, asiento y tanque	Ajustar tanque de la moto	26		X		26
11	Montaje de tapas, asiento y tanque	Subir asiento de la moto (que esta en el piso)	5		X		5
11	Montaje de tapas, asiento y tanque	Colocar el asiento de la moto	10		X		10
11	Montaje de tapas, asiento y tanque	Ajustar asiento de la moto	15		X		15
11	Montaje de tapas, asiento y tanque	Subir las tapas laterales que estan en el piso	5		X		5
11	Montaje de tapas, asiento y tanque	Colocar y ajustar tapas laterales	57		X		57
11	Entrega de moto al cliente	Bajar la moto (Sistema neumático)	4		X		4
11	Entrega de moto al cliente	Encender la moto	3		X		3
12	Entrega de moto al cliente	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	26	X			26
12	Entrega de moto al cliente	Retirar moto del área de trabajo	53		X		53
12	Entrega de moto al cliente	Prueba por operario	136	X			136
12	Entrega de moto al cliente	Entregar moto a cliente	24	X			24
12	Entrega de moto al cliente	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	59	X			59
		TOTAL	3 847	38	86	866	2 980

Etapa 2: Convertir las operaciones internas en externas

Se hizo una reevaluación de las operaciones y se vio necesario modificar el proceso de atención al cliente para realizar el mantenimiento preventivo de las motocicletas. En la figura 17 se detalla el proceso propuesto de del servicio de mantenimiento.

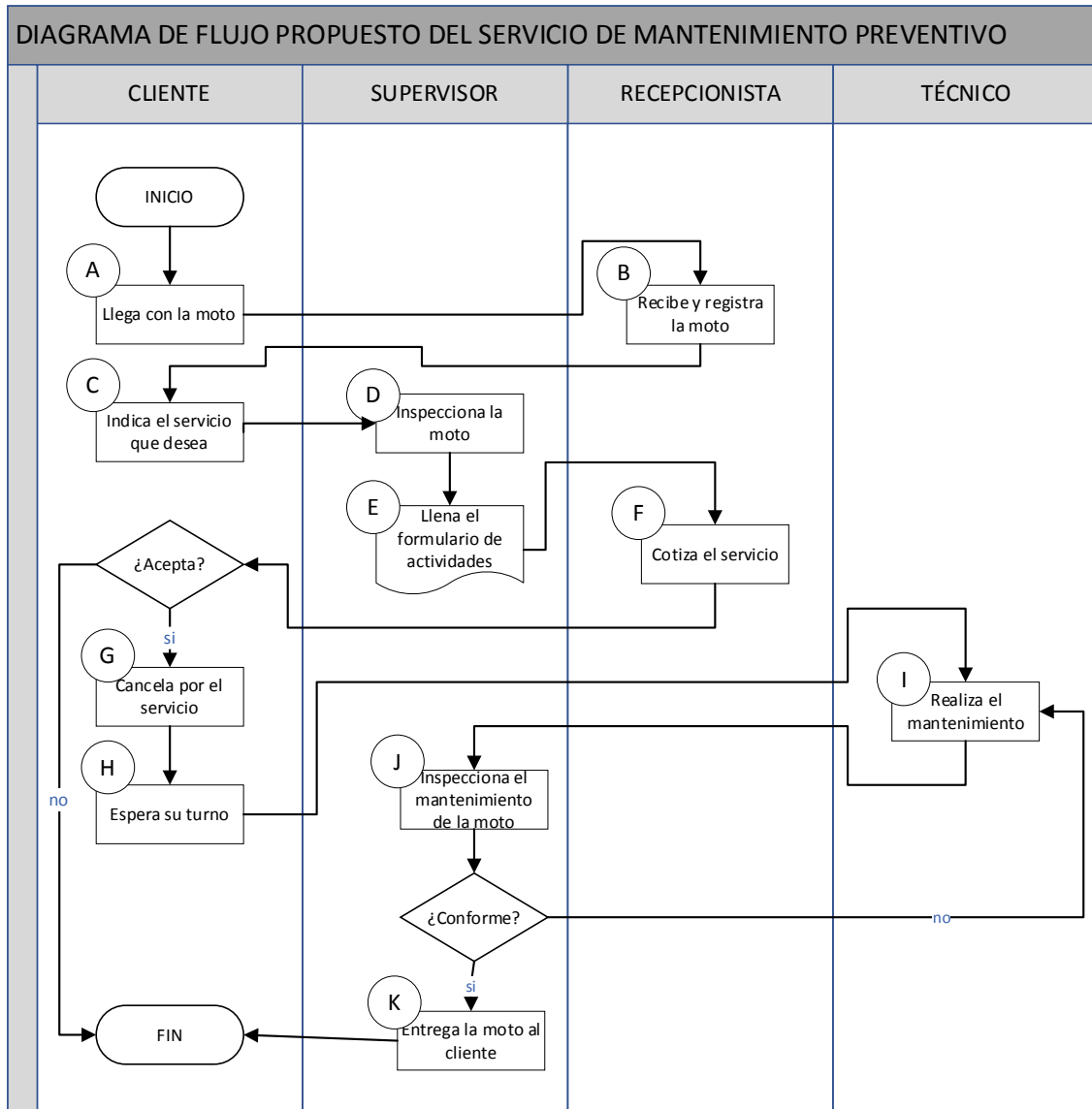


Figura 18. Diagrama de flujo propuesto del servicio de mantenimiento

La descripción del proceso del servicio de mantenimiento preventivo se detalla a continuación:

- A. El cliente llega con la moto al taller.
- B. La recepcionista recibe y registra la moto en orden de llegada.
- C. el cliente le indica el servicio que desea.

- D. El supervisor inspecciona la moto.
- E. Llena el formulario de actividades necesarias para realizar el servicio de mantenimiento.
- F. La recepcionista cotiza el servicio.
- G. Si el cliente acepta el servicio, debe cancelar el monto indicado por la recepcionista.
- H. Luego debe esperar a que lo atiendan en orden de llegada.
- I. El técnico realiza el mantenimiento indicado en el formulario de actividades.
- J. El supervisor inspecciona el mantenimiento realizado por los técnicos, si hay algo que no está conforme le indica al técnico para que lo realice.
- H. Si todo esta conforme, se lo entrega al cliente

En el proceso antes descrito se propone incorporar a un supervisor, este personal se encargará de realizar un diagnóstico inicial, en base a ello llenará el formulario de actividades a realizar por el técnico y luego se encargará de revisar el mantenimiento realizado por los técnicos para entregar la motocicleta al cliente, así evitaremos demoras por parte de la mano de obra directa.

Etapa 3: Organizar operaciones externas

En esta etapa, las actividades internas que no se eliminarón en la etapa anterior, se van a tratar de hacer actividades externas. Bajo esta premisa se realizó la tabla 32, donde el número de actividades internas es de 3 con un tiempo de 68 segundos, y el número de actividades externas es de 84 con un tiempo de 2 973 segundos.

Para la reducción y eliminación de las actividades se consideró contar con carritos de transporte de materiales y cinturones de herramientas, los cuales detallan en el anexo C, estos ayudaron a eliminar 18 actividades las cuales son:

- Traslado del operario hacia la mesa de herramientas
- Seleccionar las herramienta y materiales para el desmontaje
- Colocar las herramientas y materiales en una bandeja
- Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo

Transladar la botella con gasolina a la mesa de trabajo
Traslado del operario hacia la moto.
Traer un trapo de la mesa de trabajo
Transladar el filtro de aire a la mesa de trabajo
Seleccionar las herramientas para la calibración de las válvulas
Traslado del operario hacia la moto
Transladar el operario a la mesa de trabajo (llevar las bujías)
Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete
Traer recipiente para el aceite usado
Colocar recipiente para aceite usado
Traslado del operario a la mesa de trabajo
Seleccionar las herramienta y materiales para el mantenimiento de los frenos
Traer lubricante para cadena y el Barometro de la mesa de trabajo
Pedir filtro y aceite para el motor

En su mayoría son transportes y selección de herramientas de trabajo los cuales son necesarios para realizar sus labores.

Tabla 32. Separación de actividades del mantenimiento preventivo de motocicletas (SMED)

Nuevo proceso de mantenimiento preventivo de motocicletas (SMED)							
Empresa:	Tecnimoto Cix E.I.R.L.	Técnico:	01	Modelo:		Propuesto	
N° personal:	1	Analista:	Spencer Coronel	Fecha:		10/09/2020	
N°	Procesos	Actividades	Tiempo	Operación		Tiempo	
				Interna	Externa	Interna	Externa
1	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	Se traslada la moto al lugar de trabajo	34		X		34
2	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	53		X		53
3	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	5		X		5
4	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Desajustar y retirar el asiento de la moto	26		X		26
5	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Trasladar el asiento de la moto al piso	6		X		6
6	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Desajustar y retirar el tanque de la moto	174		X		174
7	Desmontaje de tapas, asiento y tanque	Trasladar el tanque de la moto al piso	6		X		6
8	Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	Proceder elevar moto (Sistema neumático)	4		X		4
9	Limpieza del carburador	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	13		X		13
10	Limpieza del carburador	Desajustar las tuercas	24		X		24
11	Limpieza del carburador	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	3		X		3
12	Limpieza del carburador	Retirar el carburador	32		X		32
13	Limpieza del filtro de aire	Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	66		X		66
14	Limpieza del filtro de aire	Retirar el filtro de aire	6		X		6
15	Limpieza del filtro de aire	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	9		X		9

16	Limpieza del filtro de aire	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	6	X	6
17	Calibración de válvulas	Retirar la manguera del respirador del motor	5	X	5
18	Limpieza de bujía	Desajustar y retirar las bujías	73	X	73
19	Calibración de válvulas	Desajustar y retirar la tapa válvula	101	X	101
20	Calibración de válvulas	Tomar el punto muerto superior	55	X	55
21	Calibración de válvulas	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	56	X	56
22	Calibración de válvulas	Calibrar las válvulas	73	X	73
23	Calibración de válvulas	Colocar y ajustar la tapa válvula	96	X	96
24	Limpieza del carburador	Limpiar con gasolina la superficie del carburador	57	X	57
25	Limpieza del carburador	Desarmar el carburador	37	X	37
26	Limpieza del carburador	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	8	X	8
27	Limpieza del carburador	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	590	X	590
28	Limpieza del carburador	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	41	X	41
29	Limpieza del filtro de aire	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	74	X	74
30	Limpieza del filtro de aire	Sopletear el filtro de aire	16	X	16
31	Calibración de válvulas	Transladar el filtro de aire y el carburador hacia la moto	3	X	3
32	Limpieza del filtro de aire	Colocar el filtro de aire	6	X	6
33	Limpieza del filtro de aire	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	57	X	57
34	Limpieza del carburador	Colocar el carburador	38	X	38

35	Limpieza del carburador	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	15		X		15
36	Limpieza del carburador	Ajustar las tuercas de conexión con el motor	18		X		18
37	Cambio de aceite y filtro	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	4		X		4
38	Cambio de aceite y filtro	Desajustar y retirar la tapa del filtro de aceite	10		X		10
39	Cambio de aceite y filtro	Retirar filtro de aceite usado	5		X		5
40	Limpieza de bujía	Coger las bujías	4		X		4
41	Limpieza de bujía	Traslado de las bujías de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5	X		5	
42	Limpieza de bujía	Limpiar las bujías	55		X		55
43	Limpieza de bujía	Calibrar las bujías	65		X		65
44	Limpieza de bujía	Traslado de operario a la moto	4	X		4	
45	Limpieza de bujía	Colocar y ajustar las bujías	76		X		76
46	Limpieza de los frenos	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	19		X		19
47	Limpieza de los frenos	Retirar la varilla de fijación	6		X		6
48	Limpieza de los frenos	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	13		X		13
49	Limpieza de los frenos	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11		X		11
50	Limpieza de los frenos	Desajustar tornillos de la tensión de la cadena	13		X		13
51	Limpieza de los frenos	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	10		X		10
52	Limpieza de los frenos	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	14		X		14
53	Limpieza de los frenos	Desajustar y retirar la porta bandas	5		X		5
54	Limpieza de los frenos	Lijar las bandas de freno	14		X		14
55	Limpieza de los frenos	Limpiar el tambor	11		X		11
56	Limpieza de los frenos	Colocar la porta bandas en el tambor	9		X		9
57	Limpieza de los frenos	Colocar la llanta y cadena por completo	14		X		14

58	Limpieza de los frenos	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	16	X	16
59	Limpieza de los frenos	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	15	X	15
60	Limpieza de los frenos	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	14	X	14
61	Limpieza de los frenos	Colocar la varilla de fijación	14	X	14
62	Limpieza de los frenos	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	17	X	17
63	Limpieza de los frenos	Ajustar tensión de la cadena	18	X	18
64	Limpieza de los frenos	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10	X	10
65	Limpieza de los frenos	Desajustar y retirar el caliper	25	X	25
66	Limpieza de los frenos	Lijar las pastillas	25	X	25
67	Limpieza de los frenos	Colocar y ajustar el caliper	28	X	28
68	Lubricación de cadena	Lubricar la cadena	50	X	50
69	Cambio de aceite y filtro	Colocar filtro de aceite nuevo	10	X	10
70	Cambio de aceite y filtro	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	47	X	47
71	Cambio de aceite y filtro	Retirar recipiente para aceite usado	15	X	15
72	Cambio de aceite y filtro	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	14	X	14
73	Cambio de aceite y filtro	Desajustar y retirar el tapón de llenado	13	X	13
74	Cambio de aceite y filtro	Vaciar el aceite nuevo	73	X	73
75	Cambio de aceite y filtro	Colocar y ajustar tapón de llenado	12	X	12
76	Montaje de tapas, asiento y tanque	Subir tanque de la moto (que esta en el piso)	7	X	7
77	Montaje de tapas, asiento y tanque	Colocar el tanque de la moto	135	X	135
78	Montaje de tapas, asiento y tanque	Ajustar tanque de la moto	26	X	26
79	Montaje de tapas, asiento y tanque	Subir asiento de la moto (que esta en el piso)	5	X	5
80	Montaje de tapas, asiento y tanque	Colocar el asiento de la moto	10	X	10
81	Montaje de tapas, asiento y tanque	Ajustar asiento de la moto	15	X	15

82	Montaje de tapas, asiento y tanque	Subir las tapas laterales que estan en el piso	5		X		5
83	Montaje de tapas, asiento y tanque	Colocar y ajustar tapas laterales	57		X		57
84	Entrega de moto al cliente	Bajar la moto (Sistema neumático)	4		X		4
85	Entrega de moto al cliente	Encender la moto	3		X		3
86	Entrega de moto al cliente	Retirar moto del área de trabajo	53		X		53
87	Entrega de moto al cliente	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	59	X		59	
TOTAL			3 041	3	84	68	2 973

3.2.1.2. Mejora de las técnicas de trabajo

Para realizar las mejoras de técnicas del trabajo, se empleó como herramienta el diagrama bimanual aplicándose en las actividades manuales. Se empleó este diagrama con la finalidad de eliminar y reducir los movimientos improductivos. Sin embargo, debido a fines académicos solo se realizó al proceso cuello de botella que es la limpieza del carburador.

A. Limpieza del carburador

Se consideró la herramienta del Diagrama Bimanual para la mejora de las técnicas de trabajo en base al artículo científico de Andrade, Del Rio y Alvear [31] realizada en el año 2019, el cual ayudó al aumento de la productividad de la empresa.

La tabla 33 se muestra el diagrama bimanual de las técnicas propuestas del proceso de limpieza del carburador, en donde se puede apreciar que la mano izquierda ya no servirá de apoyo, sino que también va a operar con las herramientas. Se redujo 74 movimientos improductivos y el porcentaje de espera se redujo a 21,8%.

Tabla 33. Diagrama bimanual propuesto del proceso de limpieza del carburador

DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO																
DIBUJO Y PIEZA: ESTACIÓN DE TRABAJO PRODUCTO: MOTOCICLETA OPERACIÓN: LIMPIEZA DEL CARBURADOR LUGAR: TECNIMOTOS CIX OPERARIO: BAHÍA 01 COMPUESTO POR: - FECHA:				DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO 												
MANO IZQUIERDA				●	→	◐	▼	●	→	◐	▼	MANO DERECHA				
Sostiene la abrazadera de conexión del punto de aire							X					X	Sostiene el destornillador			
Sostiene la abrazadera de conexión del punto de aire							X	X					Afloja la abrazadera de conexión del punto de aire			
Traslado de mano hacia llave de boca mixta					X				X				Transporta el destornillador hacia el cinturón			
Transporta llave de boca mixta hacia la mano derecha					X							X	Sostiene llave de boca mixta			
Espera						X			X				Transporta llave de boca mixta hacia el tubo de admisión de un lado de la moto			
Traslado de mano hacia la tuerca					X			X					Afloja la tuerca del tubo de admisión que va conectado al carburador			
Retira la tuerca				X								X	Sostiene llave de boca mixta			
Transporta la tuerca hacia una bandeja					X							X	Sostiene llave de boca mixta			
Deja la tuerca				X								X	Sostiene llave de boca mixta			
Sostiene la llave de boca mixta							X		X				Transporta llave de boca mixta hacia la mano izquierda			
Transporta llave de boca mixta hacia el tubo de admisión del otro lado de					X				X				Traslado de mano hacia la tuerca			
Afloja la tuerca de la salida de la mezcla del carburador				X				X					Retira la tuerca			
Sostiene llave de boca mixta							X		X				Transporta la tuerca hacia una bandeja			
Sostiene llave de boca mixta							X	X					Deja la tuerca			
Transporte de llave de boca mixta hacia la bandeja					X				X				Traslado de mano hacia la llave de paso			
Deja llave de boca mixta				X				X					Cerrar la llave de paso			
Traslado hacia la manguera de ingreso de gasolina						X			X				Traslado de manos hacia el cable de aceleración			
Desconectar la manguera de ingreso de gasolina				X				X					Desconectar cable de aceleración			
Traslado de mano a la conexión del punto de aire al carburador					X				X				Traslado de mano hacia el carburador			
Sostiene punto de aire							X					X	Sostiene el carburador para retirarlo			
Desconecta punto de aire				X								X	Sostiene el carburador para retirarlo			
Traslado de mano hacia la manguera de desfogue					X			X					Desconecta el carburador del tubo de admisión			
Retira manguera				X								X	Sostiene el carburador			
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza							X		X				Traslado del carburador hacia la mano izquierda			
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza							X		X				Traslado de mano hacia la botella el limpiador			
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza							X					X	Sostiene el limpiador			

Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza				X	X				Limpia la superficie del carburador
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza				X		X			Traslado de mano hacia el cepillo
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza				X				X	Sostiene el cepillo
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza				X		X			Transporte de cepillo hacia la bandeja
Sostiene el carburador sobre la bandeja para su limpieza				X	X				Cepilla la superficie del carburador
Transporte del carburador hacia mesa de trabajo		X			X				Deja el cepillo encima de la Bandeja
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo				X		X			Traslado de mano hacia el destornillador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo				X				X	Sostiene el destornillador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo				X	X				Desarma los tornillos de la tapa del carburador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo				X		X			Transporte el destornillador hacia la mesa de trabajo
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo				X	X				Deja el destornillador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo				X		X			Traslado de mano hacia la tapa del carburador
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo				X	X				Retira la tapa y los tornillos
Sostiene el carburador y verifica en que condición se encuentra				X		X			Transporte de tapa y los tornillos hacia la Bandeja
Traslado de mano hacia el flotador		X			X				Deja la tapa y los tornillos
Sostiene el flotador				X		X			Traslado de mano hacia el destornillador
Sostiene el flotador				X				X	Sostiene el destornillador
Sostiene el flotador				X		X			Transporte del destornillador hacia el carburador destapado
Sostiene el flotador				X	X				Desajusta tornillo que soporta el flotador
Retira flotador, pasador y la aguja	X							X	Sostiene el destornillador
Transporta flotador, pasador y aguja hacia la mesa de trabajo		X						X	Sostiene el destornillador
Deja flotador, pasador y aguja hacia la mesa de trabajo	X							X	Sostiene el destornillador
Traslado de mano hacia el carburador desarmado		X				X			Transporta el destornillador hacia las espreas del carburador destapado
Sostiene el carburador destapado sobre la mesa de trabajo				X	X				Afloja las espreas del carburador
Traslado de mano hacia las espreas		X				X			Transporta el destornillador hacia la mesa de trabajo
Retira las espreas del carburador	X				X				Deja el destornillador
Verifica en que condición se encuentra las esperas			X					X	Verifica en que condición se encuentra las esperas
Transporta las espreas del carburador hacia la mesa de trabajo		X				X			Transporta las espreas del carburador hacia la mesa de trabajo
Deja las espreas del carburador hacia la mesa de trabajo	X				X				Deja las espreas del carburador hacia la mesa de trabajo
Traslado de mano hacia el carburador		X				X			Traslado de mano hacia la botella con gasolina
Sostiene el carburador sobre la mesa de trabajo				X				X	Sostiene la botella del limpiador
Transporta el carburador hacia la bandeja		X				X			Transporta la botella hacia la bandeja
Sostiene el carburador sobre la bandeja				X	X				Limpia la parte interna del carburador
Deja carburador encima de la bandeja	X							X	Sostiene la botella
Traslado de mano hacia la tapa y el carburador		X			X				Limpia la parte interna de la tapa
Sostiene la tapa y el carburador sobre la bandeja				X	X				Limpia la parte interna de la tapa

Transporta la tapa y el carburador hacia la mesa de trabajo		X						X	Sostiene la botella
Deja la tapa y el carburador	X							X	Sostiene la botella
Traslado de mano hacia las espreas del carburador		X						X	Sostiene la botella
Sostiene las espreas del carburador				X				X	Sostiene la botella
Transporta las espreas del carburador sobre la bandeja		X						X	Sostiene la botella
Sostiene las espreas del carburador sobre la bandeja				X	X				Limpia los conductos de las esperas del carburador
Sostiene las espreas del carburador sobre la bandeja				X		X			Transporta la botella hacia la mesa de trabajo
Sostiene las espreas del carburador sobre la bandeja				X	X				Deja la botella
Transporta las espreas del carburador hacia la mano derecha		X						X	Sostiene la espreas del carburador
Traslado de mano hacia el carburador destapado		X						X	Sostiene la espreas del carburador
Sostiene el carburador				X		X			Transporta la espreas hacia el carburador
Sostiene el carburador				X	X				Colocar las espreas en el carburador
Sostiene el carburador				X		X			Traslado de mano hacia el destornillador
Sostiene el carburador				X				X	Sostiene el destornillador
Sostiene el carburador				X		X			Transporta el destornillador hacia las espreas
Sostiene el carburador				X	X				Ajusta las espreas
Sostiene el carburador				X	X				Regula el Carburador
Traslado de mano hacia el flotador		X				X			Transporta el destornillador hacia la mesa de trabajo
Sostiene el flotador				X	X				Deja el destornillador
Transporta el flotador sobre el carburador desarmado		X				X			Traslado de mano hacia la aguja del flotador
Sostiene el flotador				X				X	Sostiene la aguja del flotador
Sostiene el flotador				X		X			Transporta la aguja hacia el flotador
Une el flotador con la aguja	X				X				Une la aguja con el flotador
Sostiene el flotador y la aguja				X		X			Traslado de mano hacia el pasador
Sostiene el flotador y la aguja				X				X	Sostiene el pasador
Sostiene el flotador y la aguja				X		X			Transporta el pasador hacia el flotador
Sostiene el flotador y la aguja				X	X				Coloca el pasador del flotador
Coloca el flotador armado hacia el carburador	X					X			Coloca el flotador armado hacia el carburador
Sostiene el carburador				X		X			Traslado de mano hacia destornillador
Sostiene el carburador				X				X	Sostiene el destornillador
Sostiene el carburador				X		X			Transporta el destornillador hacia el flotador
Sostiene el carburador				X	X				Ajusta tornillo de soporte del flotador
Traslado de mano hacia la tapa		X				X			Transporta el destornillador hacia la mesa de trabajo
Sostiene la tapa				X	X				Deja el destornillador
Transporta la tapa hacia el carburador		X				X			Traslado de mano hacia los tornillos
Coloca la tapa al carburador	X							X	Sostiene los tornillos
Sostiene el carburador y la tapa				X	X				Coloca los tornillos al carburador
Sostiene el carburador y la tapa				X		X			Traslado de mano hacia el destornillador
Sostiene el carburador y la tapa				X				X	Sostiene el destornillador
Sostiene el carburador y la tapa				X		X			Transporta el destornillador hacia la tapa del carburador
Sostiene el carburador y la tapa				X	X				Ajusta los tornillos de la tapa del carburador
Sostiene el carburador				X	X				Regula revolución mínima

Transporte del carburador hacia la moto		X				X		Espera
Sostiene el carburador			X		X			Traslado de mano hacia la manguera de desfogue
Sostiene el carburador			X				X	Sostiene la manguera
Sostiene el carburador			X		X			Transporta de manguera de desfogue hacia el carburador
Sostiene y conecta el carburador hacia el tubo de admisión			X	X				Conecta la manguera de desfogue hacia el carburador
Traslado de mano hacia la coneccion del punto de aire		X			X			Traslado de mano hacia el carburador
Sostiene y conecta el punto de aire hacia el carburador			X				X	Sostiene el carburador
Sostiene el carburador			X		X			Traslado de mano hacia la tuerca
Sostiene el carburador			X				X	Sostiene la tuerca
Sostiene el carburador			X		X			Transporta la tuerca hacia el tubo de admisión de un lado de la motocileta
Traslado de mano hacia del destornillador		X		X				Coloca la tuerca
Sostiene el destornillador			X		X			Traslado de mano hacia la abrazadera
Tranporta el destornillador hacia la abrazadera		X					X	Sostiene la abrazadera
Ajusta la abrazadera	X						X	Sostiene la abrazadera
Transporta el destornillador hacia la bandeja		X			X			Traslada la mano hacia la llave de boca mixta
Deja el destornillador	X						X	Sostiene la llave de boca mixta
Espera			X		X			Transporta la llave de boca mixta hacia el tubo de admisión de un lado de la
Espera			X		X			Ajusta la tuerca
Espera			X		X			Transporta la llave de boca mixta hacia la mano izquierda
Sostiene la llave de boca mixta			X		X			Traslado de mano hacia el cable de aceleración
Sostiene la llave de boca mixta			X	X				Conecta el cable de aceleración
Sostiene la llave de boca mixta			X		X			Traslado de mano hacia la manguera de ingreso de gasolina del carburador
Sostiene la llave de boca mixta			X	X				Conecta manguera de ingreso de gasolina del carburador
Transporta la llave de boca mixta hacia el tubo de admisión del otro lado		X			X			Traslada mano hacia la tuerca
Sostiene la llave de boca mixta			X				X	Sostiene la tuerca
Sostiene la llave de boca mixta			X		X			Transporta la tuerca hacia el tubo de admisión del otro lado de la motocileta
Ajusta la tuerca	X			X				Coloca la tuerca
Transporta la llave de boca mixta hacia la bandeja		X					X	Espera
Deja llave de boca mixta	X			X				Abre llave de paso de gasolina
RESUMEN								
METODO	ACTUAL		PROPUESTO					
OPERACIÓN	24	46	20	42				
TRANSPORTE	41	62	33	51				
ESPERA	17	13	6	3				
SOSTÉN	88	49	74	37				
TOTALES	170	170	133	133				

En la tabla 34 se resumen los movimientos actuales y propuestos según las modificaciones en las técnicas de trabajo, se puede observar que en el proceso de limpieza del carburador se tiene una relación de mejora del 21,8% con la reducción de movimientos que no generan valor agregado al producto final.

Tabla 34. Relación de mejora según las técnicas de trabajo

Proceso	Movimientos según técnica			Observaciones
	Actual	Mejorada	Relación de mejora	
Limpieza del carburador	340	266	21,8%	Incorporar un cinturón de herramientas

En la tabla 35 se actualizan los tiempos de los procesos en relación a las mejoras realizadas en las técnicas de trabajo, debido a que en el proceso de limpieza del carburador se realiza en los transportes desde la motocicleta a la mesa de trabajo. Las actividades improductivas, que no agregan valor al servicio brindado, se reducen y eliminan siendo beneficioso para la empresa Tecnimoto Cix.

Tabla 35. Tiempo propuesto para el servicio de mantenimiento preventivo

PROCESOS	TIEMPO ACTUAL (seg/servicio)	Relación de mejora	TIEMPO PROPUESTO (seg/servicio)
Limpieza del carburador	803	21,8%	628

3.2.1.3. Estandarización de tiempos

Para realizar la estandarización de tiempos, se calculó el tiempo estándar de los procesos manuales, tomándose observaciones preliminares, luego calcular, mediante la fórmula establecida, el número mínimo de observaciones requeridas, para después agregar los tiempos suplementarios y el factor de valoración. Este estudio se realizó con en base al servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas.

En la tabla 36 se detalla los procesos con sus respectivas actividades y sus tiempos en segundos para agruparlos.

Limpieza del filtro de aire	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	55	57	58						57
Limpieza del carburador	Colocar el carburador	38	35	40						38
Limpieza del carburador	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	15	15	14						15
Limpieza del carburador	Ajustar las tuercas de conexión con el motor	18	18	18	18	16				18
Cambio de aceite y filtro	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	5	4	4	4	4	4	4	4	4
Cambio de aceite y filtro	Desajustar y retirar la tapa del filtro de aceite	10								10
Cambio de aceite y filtro	Retirar filtro de aceite usado	5	5	5	5	4	5	5	4	5
Limpieza de bujía	Coguer las bujias	4	4	5	4	4	4	4	4	4
Limpieza de bujía	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5	5	5	5	4	5	5	5	5
Limpieza de bujía	Limpiar las bujias	55	56	50	59	55				55
Limpieza de bujía	Calibrar las bujias	65								65
Limpieza de bujía	Traslado de operario a la moto	4	4	4	5	4	4	4	4	4
Limpieza de bujía	Colocar y ajustar las bujias	76								76
Limpieza de los frenos	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	19	19	19					19
Limpieza de los frenos	Retirar la varilla de fijación	6	6	6	6					6
Limpieza de los frenos	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	14	12	15	12	12	1	1	1	13
Limpieza de los frenos	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	10	10	12	10				11
Limpieza de los frenos	Desajustar tornillos de la tensión de la cadena	14	12	14	14	13	1	1	1	13
							4	3	2	

Montaje de tapas, asiento y tanque	Colocar y ajustar tapas laterales	57														57
Entrega de moto al cliente	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	4	4	4	4	4	4	4							4
Entrega de moto al cliente	Encender la moto	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3		3
Entrega de moto al cliente	Retirar moto del área de trabajo	51	52	56												53
Entrega de moto al cliente	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	59														59

En la tabla 37 se detallan los tiempos propuestos de cada proceso, teniendo en cuenta las actividades eliminadas y las modificadas.

Tabla 37. Tiempos propuestos de los procesos

Proceso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	36	37	38	42	36	36	37	36	35	36
Desmontaje de tapas, asiento y tanque	274	275	271	272	272					
Limpieza del carburador	685	681	688	685	685					
Limpieza del filtro de aire	232	234	232	240	232					
Calibración de válvulas	393	392	388	389	394					
Limpieza de bujía	283	286	281	287	280					
Cambio de aceite y filtro	203	200	203	208	204					
Limpieza de los frenos	326	321	329	327	321					
Lubricación de cadena	50	49	50	50	50	45	48	50	47	46
Montaje de tapas, asiento y tanque	257	258	258	262	256					
Entrega de moto al cliente	118	117	119	116	115	119	119	118	120	115

A. Adecuación de la moto en el lugar de trabajo

a. Observaciones preliminares

Se realizaron diez observaciones preliminares del proceso de adecuación de la moto en el lugar de trabajo, en donde a un técnico se le brindó un servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas por cada observación, estos resultados están en la tabla 38. De acuerdo con los lineamientos de la OIT [25] se muestreó en segundos.

Tabla 38. Tiempos de las observaciones preliminares de adecuación de la moto en el lugar de trabajo

Proceso	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10
Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	36	37	38	42	36	36	37	36	35	36

b. Cálculo del número de observaciones

La OIT [25] tiene un método estadístico ya determinado para la obtención de las observaciones preliminares, el cual es la fórmula mostrada a continuación. Hay que recordar que se aplica un nivel de confianza de 95% con un margen de error de 5%.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra a determinar
- n': Número de observaciones preliminares.
- \sum : Suma de valores
- x: Valor de las observaciones.

En la tabla 39 se muestra el cálculo de los valores de las observaciones preliminares y sus respectivos cuadrados del proceso adecuación de la moto en el lugar de trabajo.

Tabla 39. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados del proceso adecuación de la moto en el lugar de trabajo

Adecuación de la moto en el lugar de trabajo												
Observación preliminar	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	TOTAL	POTENCIA
x	36	37	38	42	36	36	37	36	35	36	369	136 161
x²	1 296	1 369	1 444	1 764	1 296	1 296	1 369	1 296	1 225	1 296	13 651	

Por tanto, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{10 * (13\ 651) - 136,161}}{369} \right)^2$$

$$n = 4,1$$

Las observaciones mínimas necesarias son 5.

c. Cálculo del tiempo promedio observado

Con los valores de la tabla 39 se calculó el valor promedio del tiempo de adeuación de la moto en el lugar de trabajo.

$$Tiempo_{promedio} = \frac{36 + 37 + 38 + 42 + 36}{5}$$

$$Tiempo_{promedio} = 38 \text{ segundos}$$

d. Factor de valoración y suplementos

Según los criterios indicados por la OIT [25] se asigna un factor de valoración dependiendo de la escala británica (tabla 3) que se le tomaron las observaciones en la tabla 39.

$$Tiempo \text{ básico} = Tiempo \text{ promedio} * \frac{Calificación}{Ritmo \text{ estándar}}$$

$$Tiempo \text{ básico} = 38 \text{ segundos} * \frac{75}{100} = 28 \text{ segundos}$$

La OIT [25] tiene determinado un cuadro de tiempos de tolerancia, estos tiempos se determinaron respecto a la persona que se encargó de la adeuación de la moto en el lugar de trabajo y sobre la cual se midió los tiempos en la tabla 39. En la tabla 40 se detallan los tiempos suplementarios asignados en el proceso de adeuación de la moto en el lugar de trabajo.

Tabla 40. Tolerancias aplicadas al proceso adeuación de la moto en el lugar de trabajo

Tolerancias por descanso	Tolerancias constantes	A.1	5
		A.2	4
	Tolerancias variables	B.1	2
		B.2	2
		B.3	3
		B.4	0
		B.5	2
		B.6	0
		B.7	0
		B.8	1
		B.9	4
	Tolerancias especiales		0
	TOTAL		23
	Suplementos		0,23

e. Cálculo del tiempo estándar

Para terminar, la OIT [25] estableció una fórmula para calcular el tiempo estándar, para ello se debe tener en cuenta el tiempo suplementario y el tiempo básico calculado con las observaciones preliminares. El tiempo estándar del proceso de adecuación de la moto en el lugar de trabajo es de 35 segundos.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) * (\text{Tiempo básico})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,23) * (28)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 35 \text{ segundos}$$

B. Desmontaje de tapas, asiento y tanque

a. Observaciones preliminares

Se realizaron cinco observaciones preliminares del proceso de desmontaje de tapas, asiento y tanque, en donde a un técnico se le brindó un servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas por cada observación, estos resultados están en la tabla 41. De acuerdo con los lineamientos de la OIT [25] se muestreó en segundos.

Tabla 41. Tiempos de las observaciones preliminares de desmontaje de tapas, asiento y tanque

Proceso	O1	O2	O3	O4	O5
Desmontaje de tapas, asiento y tanque	274	275	271	272	272

b. Cálculo del número de observaciones

La OIT [25] tiene un método estadístico ya determinado para la obtención de las observaciones preliminares, el cual es la fórmula mostrada a continuación. Hay que recordar que se aplica un nivel de confianza de 95% con un margen de error de 5%.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra a determinar
- n': Número de observaciones preliminares.
- Σ : Suma de valores
- x: Valor de las observaciones.

En la tabla 42 se muestra el cálculo de los valores de las observaciones preliminares y sus respectivos cuadrados del proceso desmontaje de tapas, asiento y tanque.

Tabla 42. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados del proceso desmontaje de tapas, asiento y tanque

Desmontaje de tapas, asiento y tanque							
Observación preliminar	O1	O2	O3	O4	O5	TOTAL	POTENCI A
x	274	275	271	272	272	1 364	1 860 496
x²	75	75	73	73 984	73	372 110	
	076	625	441		984		

Por tanto, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (372\ 110) - 1\ 860\ 496}}{1\ 364} \right)^2$$

$$n = 0,05$$

La observación mínima necesaria es 1.

c. Cálculo del tiempo promedio observado

Con los valores de la tabla 42 se calculó el valor promedio del tiempo de desmontaje de tapas, asiento y tanque.

$$Tiempo_{promedio} = \frac{274}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 274 \text{ segundos}$$

d. Factor de valoración y suplementos

Según los criterios indicados por la OIT [25] se asigna un factor de valoración dependiendo de la escala británica (tabla 2) que se le tomaron las observaciones en la tabla 42.

$$\text{Tiempo básico} = \text{Tiempo promedio} * \frac{\text{Calificación}}{\text{Ritmo estándar}}$$

$$\text{Tiempo básico} = 274 \text{ segundos} * \frac{75}{100} = 206 \text{ segundos}$$

La OIT [25] tiene determinado un cuadro de tiempos de tolerancia, estos tiempos se determinaron respecto a la persona que se encargó del desmontaje de tapas, asiento y tanque y sobre la cual se midió los tiempos en la tabla 42. En la tabla 43 se detallan los tiempos suplementarios asignados en el proceso de desmontaje de tapas, asiento y tanque.

Tabla 43. Tolerancias aplicadas al proceso desmontaje de tapas, asiento y tanque

Tolerancias por descanso	Tolerancias constantes	A.1	5
		A.2	4
	Tolerancias variables	B.1	2
		B.2	2
		B.3	2
		B.4	0
		B.5	2
		B.6	0
		B.7	0
		B.8	1
		B.9	4
	Tolerancias especiales		0
	TOTAL		22
	Suplementos		0,22

e. Cálculo del tiempo estándar

Para terminar, la OIT [25] estableció una fórmula para calcular el tiempo estándar, para ello se debe tener en cuenta el tiempo suplementario y el tiempo básico calculado con las observaciones preliminares. El tiempo estándar del proceso de desmontaje de tapas, asiento y tanque es de 251 segundos.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) * (\text{Tiempo básico})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,23) * (206)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 251 \text{ segundos}$$

C. Limpieza del carburador

a. Observaciones preliminares

Se realizaron cinco observaciones preliminares del proceso de limpieza del carburador, en donde a un técnico se le brindó un servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas por cada observación, estos resultados están en la tabla 44. De acuerdo con los lineamientos de la OIT [25] se muestreó en segundos.

Tabla 44. Tiempos de las observaciones preliminares de limpieza del carburador

Proceso	O1	O2	O3	O4	O5
Limpieza del carburador	685	681	688	685	685

b. Cálculo del número de observaciones

La OIT [25] tiene un método estadístico ya determinado para la obtención de las observaciones preliminares, el cual es la fórmula mostrada a continuación. Hay que recordar que se aplica un nivel de confianza de 95% con un margen de error de 5%.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra a determinar
- n': Número de observaciones preliminares.
- \sum : Suma de valores
- x: Valor de las observaciones.

En la tabla 45 se muestra el cálculo de los valores de las observaciones preliminares y sus respectivos cuadrados del proceso limpieza del carburador.

Tabla 45. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados del proceso limpieza del carburador

Limpieza del carburador							
Observación preliminar	O1	O2	O3	O4	O5	TOTAL	POTENCIA
n							A
x	685	681	688	685	685	3 424	11 723 776
x²	469 225	463 761	473 344	469 225	469 225	2 344 780	

Por tanto, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (2\,344\,780)} - 11\,723\,776}{3\,424} \right)^2$$

$$n = 0,02$$

La observación mínima necesaria es 1.

c. Cálculo del tiempo promedio observado

Con los valores de la tabla 45 se calculó el valor promedio del tiempo de limpieza del carburador.

$$Tiempo_{promedio} = \frac{685}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 685 \text{ segundos}$$

d. Factor de valoración y suplementos

Según los criterios indicados por la OIT [25] se asigna un factor de valoración dependiendo de la escala británica (tabla 3) que se le tomaron las observaciones en la tabla 45.

$$Tiempo \text{ básico} = Tiempo \text{ promedio} * \frac{Calificación}{Ritmo \text{ estándar}}$$

$$Tiempo \text{ básico} = 685 \text{ segundos} * \frac{75}{100} = 514 \text{ segundos}$$

La OIT [25] tiene determinado un cuadro de tiempos de tolerancia, estos tiempos se determinaron respecto a la persona que se encargó de la limpieza del carburador y sobre la cual se midió los tiempos en la tabla 45. En la tabla 46 se detallan los tiempos suplementarios asignados en el proceso de limpieza del carburador.

Tabla 46. Tolerancias aplicadas al proceso limpieza del carburador

Tolerancias por descanso	Tolerancias constantes	A.1	5
		A.2	4
	Tolerancias variables	B.1	2
		B.2	2
		B.3	0
		B.4	0
		B.5	2
		B.6	2
		B.7	0
		B.8	1
B.9	4		
	Tolerancias especiales		0
	TOTAL		22
	Suplementos		0,22

e. Cálculo del tiempo estándar

Para terminar, la OIT [25] estableció una fórmula para calcular el tiempo estándar, para ello se debe tener en cuenta el tiempo suplementario y el tiempo básico calculado con las observaciones preliminares. El tiempo estándar del proceso de limpieza del carburador es de 627 segundos.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) * (\text{Tiempo básico})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,22) * (514)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 627 \text{ segundos}$$

D. Limpieza del filtro de aire

a. Observaciones preliminares

Se realizaron cinco observaciones preliminares del proceso de Limpieza del filtro de aire, en donde a un técnico se le brindó un servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas por cada observación, estos resultados están en la

tabla 47. De acuerdo con los lineamientos de la OIT [25] se muestreó en segundos.

Tabla 47. Tiempos de las observaciones preliminares de Limpieza del filtro de aire

Proceso	O1	O2	O3	O4	O5
Limpieza del filtro de aire	232	234	232	240	232

b. Cálculo del número de observaciones

La OIT [25] tiene un método estadístico ya determinado para la obtención de las observaciones preliminares, el cual es la fórmula mostrada a continuación. Hay que recordar que se aplica un nivel de confianza de 95% con un margen de error de 5%.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra a determinar
- n': Número de observaciones preliminares.
- \sum : Suma de valores
- x: Valor de las observaciones.

En la tabla 48 se muestra el cálculo de los valores de las observaciones preliminares y sus respectivos cuadrados del proceso Limpieza del filtro de aire.

Tabla 48. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados del proceso Limpieza del filtro de aire

Observación preliminar	Limpieza del filtro de aire					TOTAL	POTENCIA
	O1	O2	O3	O4	O5		
x	232	234	232	240	232	1 170	1 368 900
x ²	53 824	54 756	53 824	57 600	53 824	273 828	

Por tanto, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (273\ 828) - 1\ 368\ 900}{1\ 170} \right)^2$$

$$n = 0,28$$

La observación mínima necesaria es 1.

c. Cálculo del tiempo promedio observado

Con los valores de la tabla 48 se calculó el valor promedio del tiempo de Limpieza del filtro de aire.

$$Tiempo_{promedio} = \frac{232}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 232 \text{ segundos}$$

d. Factor de valoración y suplementos

Según los criterios indicados por la OIT [25] se asigna un factor de valoración dependiendo de la escala británica (tabla 3) que se le tomaron las observaciones en la tabla 48.

$$Tiempo \text{ básico} = Tiempo \text{ promedio} * \frac{Calificación}{Ritmo \text{ estándar}}$$

$$Tiempo \text{ básico} = 232 \text{ segundos} * \frac{75}{100} = 174 \text{ segundos}$$

La OIT [25] tiene determinado un cuadro de tiempos de tolerancia, estos tiempos se determinaron respecto a la persona que se encargó de la Limpieza del filtro de aire y sobre la cual se midió los tiempos en la tabla 48. En la tabla 49 se detallan los tiempos suplementarios asignados en el proceso de Limpieza del filtro de aire.

Tabla 49. Tolerancias aplicadas al proceso Limpieza del filtro de aire

Tolerancias por descanso	Tolerancias constantes	A.1	5
		A.2	4
	Tolerancias variables	B.1	2
		B.2	2
		B.3	0
		B.4	0
		B.5	2
		B.6	2
		B.7	0
		B.8	1
		B.9	4
	Tolerancias especiales		0
	TOTAL		23
	Suplementos		0,23

e. Cálculo del tiempo estándar

Para terminar, la OIT [25] estableció una fórmula para calcular el tiempo estándar, para ello se debe tener en cuenta el tiempo suplementario y el tiempo básico calculado con las observaciones preliminares. El tiempo estándar del proceso de Limpieza del filtro de aire es de 212 segundos.

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * (Tiempo\ básico)$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,23) * (174)$$

$$Tiempo\ estándar = 212\ segundos$$

E. Calibración de válvulas

a. Observaciones preliminares

Se realizaron cinco observaciones preliminares del proceso de Calibración de válvulas, en donde a un técnico se le brindó un servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas por cada observación, estos resultados están en la tabla 50. De acuerdo con los lineamientos de la OIT [25] se muestreó en segundos.

Tabla 50. Tiempos de las observaciones preliminares de Calibración de válvulas

Proceso	O1	O2	O3	O4	O5
Calibración de válvulas	393	392	388	389	394

b. Cálculo del número de observaciones

La OIT [25] tiene un método estadístico ya determinado para la obtención de las observaciones preliminares, el cual es la fórmula mostrada a continuación. Hay que recordar que se aplica un nivel de confianza de 95% con un margen de error de 5%.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra a determinar
- n': Número de observaciones preliminares.
- \sum : Suma de valores
- x: Valor de las observaciones.

En la tabla 51 se muestra el cálculo de los valores de las observaciones preliminares y sus respectivos cuadrados del proceso Calibración de válvulas.

Tabla 51. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados del proceso Calibración de válvulas

Calibración de válvulas							
Observación preliminar	O1	O2	O3	O4	O5	TOTA L	POTENCI A
x	393	392	388	389	394	1 956	3 825 936
x ²	154 449	153 664	150 544	151 321	155 236	765 214	

Por tanto, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{5 * (765 214) - 3 825 936}}{1 956} \right)^2$$

$$n = 0,06$$

La observación mínima necesaria es 1.

c. Cálculo del tiempo promedio observado

Con los valores de la tabla 51 se calculó el valor promedio del tiempo de Calibración de válvulas.

$$Tiempo_{promedio} = \frac{393}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 393 \text{ segundos}$$

d. Factor de valoración y suplementos

Según los criterios indicados por la OIT [25] se asigna un factor de valoración dependiendo de la escala británica (tabla 2) que se le tomaron las observaciones en la tabla 51.

$$Tiempo \text{ básico} = Tiempo \text{ promedio} * \frac{Calificación}{Ritmo \text{ estándar}}$$

$$Tiempo \text{ básico} = 393 \text{ segundos} * \frac{75}{100} = 295 \text{ segundos}$$

La OIT [25] tiene determinado un cuadro de tiempos de tolerancia, estos tiempos se determinaron respecto a la persona que se encargó de la Calibración de válvulas y sobre la cual se midió los tiempos en la tabla 51. En la tabla 52 se detallan los tiempos suplementarios asignados en el proceso de Calibración de válvulas.

Tabla 52. Tolerancias aplicadas al proceso Calibración de válvulas

Tolerancias por descanso	Tolerancias constantes	A.1	5
		A.2	4
	Tolerancias variables	B.1	2
		B.2	2
		B.3	0
		B.4	0
		B.5	2
		B.6	2
		B.7	0
	B.8	1	
B.9	4		
	Tolerancias especiales		0
	TOTAL		22
	Suplementos		0,22

e. Cálculo del tiempo estándar

Para terminar, la OIT [25] estableció una fórmula para calcular el tiempo estándar, para ello se debe tener en cuenta el tiempo suplementario y el tiempo básico calculado con las observaciones preliminares. El tiempo estándar del proceso de Calibración de válvulas es de 360 segundos.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) * (\text{Tiempo básico})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,22) * (295)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 360 \text{ segundos}$$

F. Limpieza de bujía

a. Observaciones preliminares

Se realizaron cinco observaciones preliminares del proceso de Limpieza de bujía, en donde a un técnico se le brindó un servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas por cada observación, estos resultados están en la tabla 53. De acuerdo a los lineamientos de la OIT [25] se muestreó en segundos.

Tabla 53. Tiempos de las observaciones preliminares de Limpieza de bujía

Proceso	O1	O2	O3	O4	O5
Limpieza de bujía	283	286	281	287	280

b. Cálculo del número de observaciones

La OIT [25] tiene un método estadístico ya determinado para la obtención de las observaciones preliminares, el cual es la fórmula mostrada a continuación. Hay que recordar que se aplica un nivel de confianza de 95% con un margen de error de 5%.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra a determinar
- n': Número de observaciones preliminares.
- \sum : Suma de valores
- x: Valor de las observaciones.

En la tabla 54 se muestra el cálculo de los valores de las observaciones preliminares y sus respectivos cuadrados del proceso Limpieza de bujía.

Tabla 54. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados del proceso Limpieza de bujía

Limpieza de bujía							
Observación preliminar	O1	O2	O3	O4	O5	TOTAL	POTENCIAL
n						L	A
x	283	286	281	287	280	1 417	2 007 889
x²	80 089	81 796	78 961	82 369	78 400	401 615	

Por tanto, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (401\ 615) - 2\ 007\ 889}{1\ 417} \right)^2$$

$$n = 0,15$$

La observación mínima necesaria es 1.

c. Cálculo del tiempo promedio observado

Con los valores de la tabla 54 se calculó el valor promedio del tiempo de Limpieza de bujía.

$$Tiempo_{promedio} = \frac{283}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 283 \text{ segundos}$$

d. Factor de valoración y suplementos

Según los criterios indicados por la OIT [25] se asigna un factor de valoración dependiendo de la escala británica (tabla 2) que se le tomaron las observaciones en la tabla 54.

$$Tiempo \text{ básico} = Tiempo \text{ promedio} * \frac{Calificación}{Ritmo \text{ estándar}}$$

$$Tiempo \text{ básico} = 283 \text{ segundos} * \frac{75}{100} = 212 \text{ segundos}$$

La OIT [25] tiene determinado un cuadro de tiempos de tolerancia, estos tiempos se determinaron respecto a la persona que se encargó de la Limpieza de bujía y sobre la cual se midió los tiempos en la tabla 54. En la tabla 55 se detallan los tiempos suplementarios asignados en el proceso de Limpieza de bujía.

Tabla 55. Tolerancias aplicadas al proceso Limpieza de bujía

Tolerancias por descanso	Tolerancias constantes	A.1	5
		A.2	4
	Tolerancias variables	B.1	2
		B.2	2
		B.3	0
		B.4	0
		B.5	2
		B.6	2
		B.7	0
		B.8	1
		B.9	4
	Tolerancias especiales		0
	TOTAL		23
Suplementos		0,2	
		3	

e. Cálculo del tiempo estándar

Para terminar, la OIT [25] estableció una fórmula para calcular el tiempo estándar, para ello se debe tener en cuenta el tiempo suplementario y el tiempo básico calculado con las observaciones preliminares. El tiempo estándar del proceso de Limpieza de bujía es de 360 segundos.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) * (\text{Tiempo básico})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,23) * (295)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 360 \text{ segundos}$$

Se resumen los procesos con su respectivo tiempo estándar calculado anteriormente, el cual se detalla en la tabla 56. En donde se observa que su cuello de botella es el proceso de limpieza del carburador con 627 segundos.

Tabla 56. Tiempos estándar de cada proceso en el servicio de mantenimiento preventivo

PROCESOS	Tiempo estandar (seg/servicio)
Adecuación de la moto en el lugar de trabajo	35
Desmontaje de tapas, asiento y tanque	251
Limpieza del carburador	627
Limpieza del filtro de aire	212
Calibración de válvulas	360
Limpieza de bujía	259
Cambio de aceite y filtro	183
Limpieza de los frenos	293
Lubricación de cadena	45
Montaje de tapas, asiento y tanque	237
Entrega de moto al supervisor	109
TOTAL	2 610

3.2.1.4. Balance de línea

Para realizar el balance de línea se toman en cuenta los tiempos estándar de cada proceso, y para la dinámica de la metodología se asigna una letra a cada proceso:

Adecuación de la moto en el lugar de trabajo

Desmontaje de tapas, asiento y tanque (A)

Limpieza del carburador (B)

Limpieza del filtro de aire (C)

Calibración de válvulas (D)

Limpieza de bujía (E)

Cambio de aceite y filtro (F)

Limpieza de los frenos (G)

Lubricación de cadena (H)

Montaje de tapas, asiento y tanque (I)

Entrega de moto al supervisor (J)

Actualmente un técnico realiza todos los procesos, como se muestra en la figura 18.

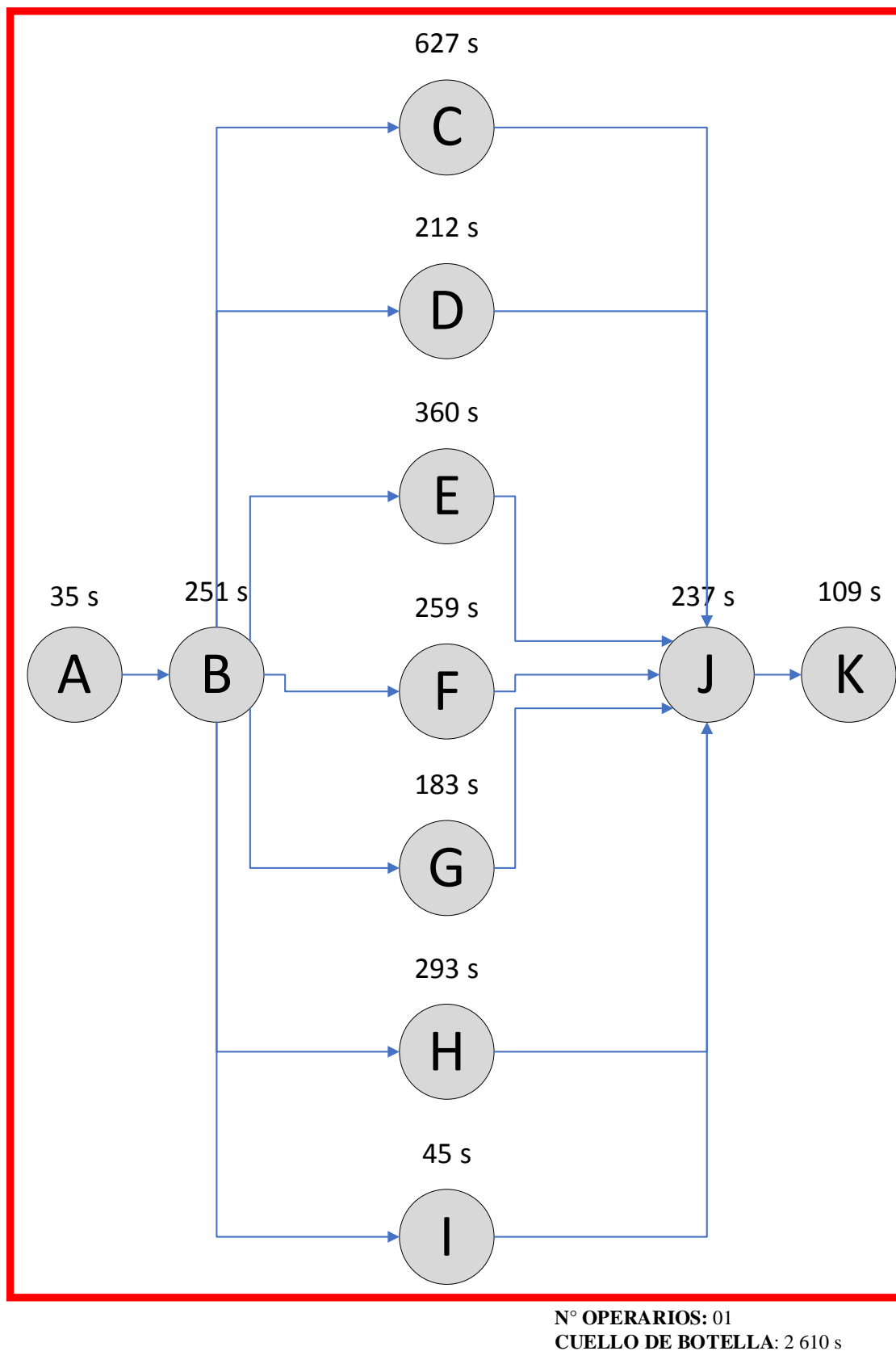


Figura 19. Diagrama de líneas para el servicio de mantenimiento preventivo con 01 técnico

Este cálculo fue realizado en base a la medición de un mantenimiento preventivo de motocicletas de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. Se puede apreciar que la suma de los tiempos es de 2 610 segundos. Para el cálculo de la eficiencia actual del servicio, se realizó el siguiente cálculo.

$$Eficiencia = \frac{\sum t_{tarefas}}{(N^{\circ}real ET) * (TC_{asignada})}$$

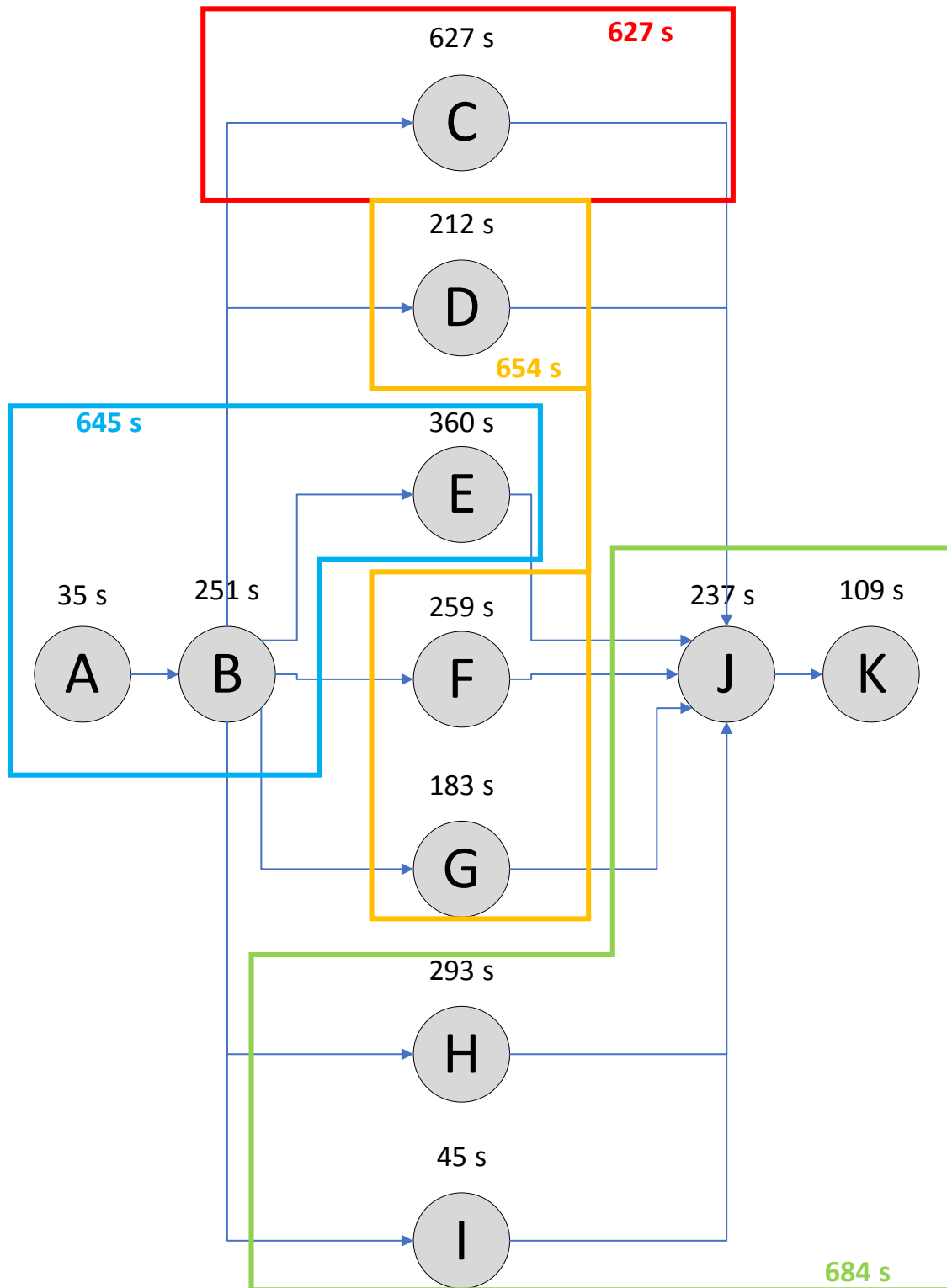
$$Eficiencia (1) = \frac{2\ 610}{1 * 2\ 610} * 100 = 100\%$$

La eficiencia es del 100% porque el trabajo lo realiza un técnico, sin embargo, para mejorar las técnicas de trabajo se procedió a dividir la carga laboral.

Como se puede observar, el cuello de botella es la limpieza del carburador, teniendo un tiempo de 627 segundos, por ello, aplicando los principios del método se halló el número de estaciones cuales no dicen que nuevo tiempo de ciclo de operaciones e inspecciones sobre el cuello de botella nos especifica el nuevo número de estaciones, como se puede apreciar a continuación.

$$Número\ mínimo\ de\ estaciones = \frac{2\ 610\ minutos}{627\ minutos} = 4,2 = 5\ estaciones$$

El número teórico de estaciones es de 4,2 estaciones lo que equivalen a 5 estaciones de trabajo, por lo cual se realizan los siguientes agrupamientos de procesos.



Nº OPERARIOS: 04
 CUELLO DE BOTELLA: 684 s

Figura 20. Diagrama de líneas para el servicio de mantenimiento preventivo con 04 técnicos

Este cálculo fue realizado en base a la medición de un mantenimiento preventivo de motocicletas de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. Se puede apreciar que el cuello de botella es de 684 segundos con 4 técnicos. Para el cálculo de la eficiencia con 4 técnicos en el servicio, se realizó el siguiente cálculo.

$$Eficiencia = \frac{\sum t_{tareas}}{(N^{\circ}real ET) * (TC_{asignada})}$$
$$Eficiencia (4) = \frac{2\ 610}{4 * 684} * 100 = 95,4\%$$

La eficiencia de la línea de trabajo con 4 técnicos es de 95,4%.

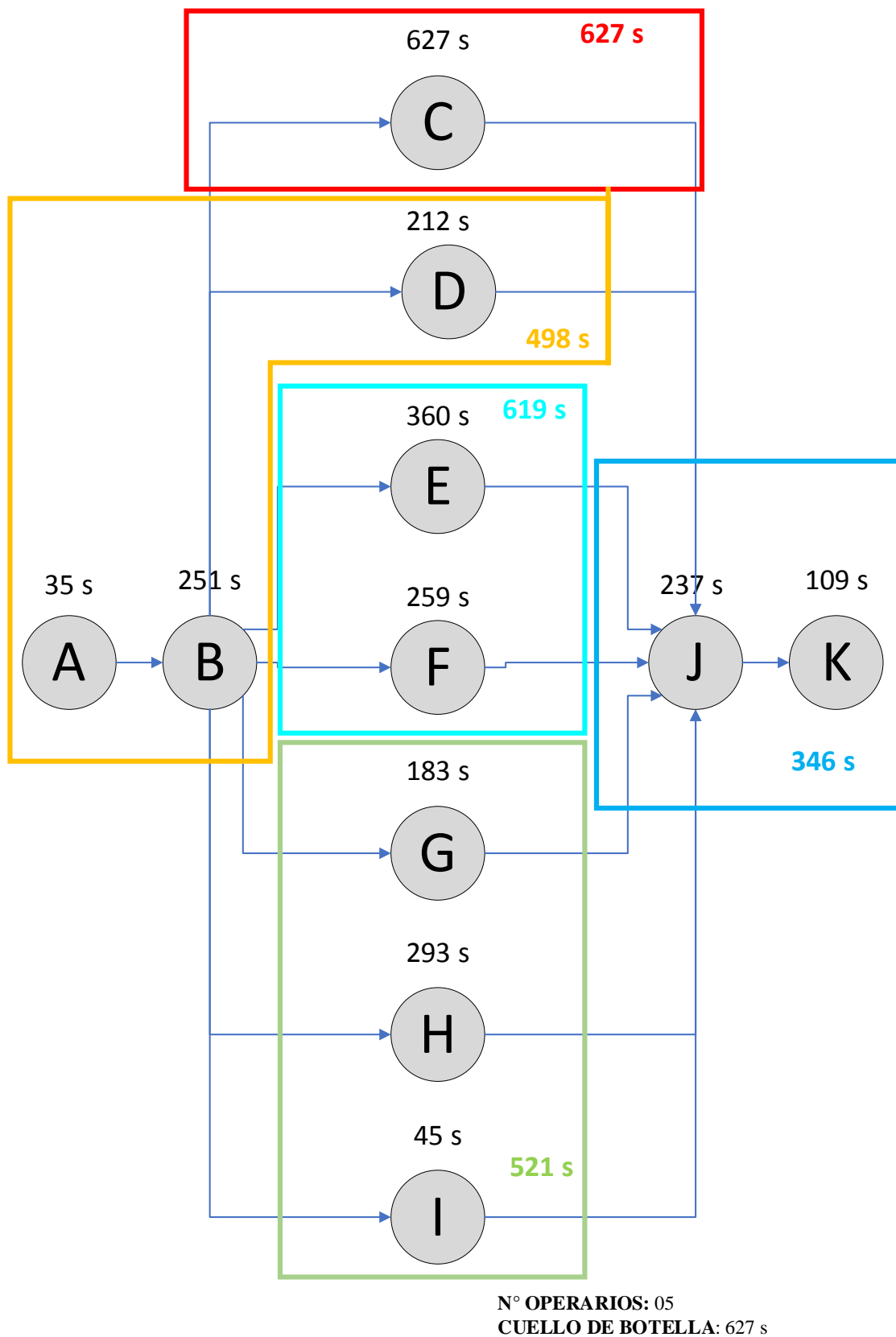


Figura 21. Diagrama de líneas para el servicio de mantenimiento preventivo con 05 técnicos

Este cálculo fue realizado en base a la medición de un mantenimiento preventivo de motocicletas de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. Se puede apreciar que el cuello de botella es de 627 segundos con 5 técnicos. Para el cálculo de la eficiencia con 5 técnicos en el servicio, se realizó el siguiente cálculo.

$$Eficiencia = \frac{\sum t_{tareas}}{(N^{\circ}real ET) * (TC_{asignada})}$$

$$Eficiencia (5) = \frac{2\ 610}{5 * 627} * 100 = 83,2\%$$

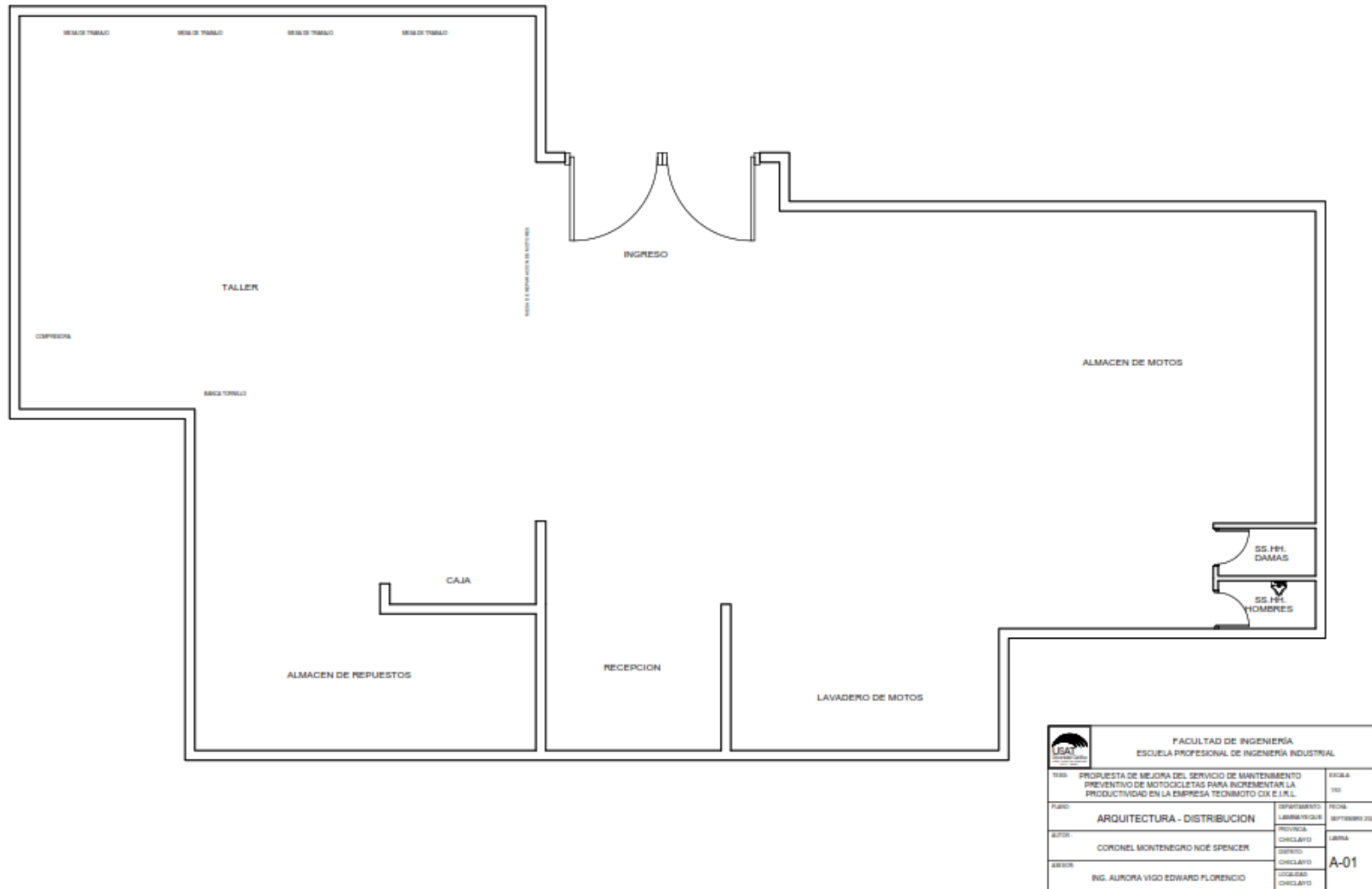
La eficiencia de la línea de trabajo con 5 técnicos es de 83,2%.

Teniendo en cuenta las eficiencias en la línea de trabajo, se escoge trabajar con 4 técnicos, como se encuentra actualmente, pero con división en la carga laboral.

3.2.1.5. Distribución con celdas de trabajo

Paso 1:

Se dispuso de un plano de la estructura constructiva de la planta, en que quedó bien delimitadas las paredes, columnas y puertas, así como cualquier obstáculo y problemas que se pueden presentar, tales como diferentes alturas o niveles en el suelo. En la figura 21 se observa el plano.




 FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL			
TÍTULO: PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOCICLETAS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA TECNIMOTO CIA S.A.		FECHA: 2011	
AUTORES: CORDOBA MONTENEGRO NOÉ SPENCER		FECHA: 08/10/2011	
ASIGNATURA: INGENIERÍA DE SISTEMAS		FECHA: 08/10/2011	
PROFESOR: ING. AURORA VIGO EDUARDO FLORENCIO		FECHA: 08/10/2011	
		LIBRO: A-01	

Figura 22. Distribución con celdas de trabajo (Paso 1)

Paso 2:

Se marcó, en la zona útil del plano, los puntos de entrega de producto de los procesos a implantar y estudiar alternativas del flujo de dichos procesos y de los materiales que requieren, incluyendo los accesos a la planta desde otros procesos. Esta acción se repitió tantas veces como hizo falta, para mostrar las distintas opciones de flujo y entrega que pueden tener interés. A continuación, se eligió una de ellas, la que se considere más conveniente (figura 25).

En las figuras 22 a 25 se observan cuatro posibilidades de flujo de los procesos y en los accesos, sobre la zona útil para implantar el layout.

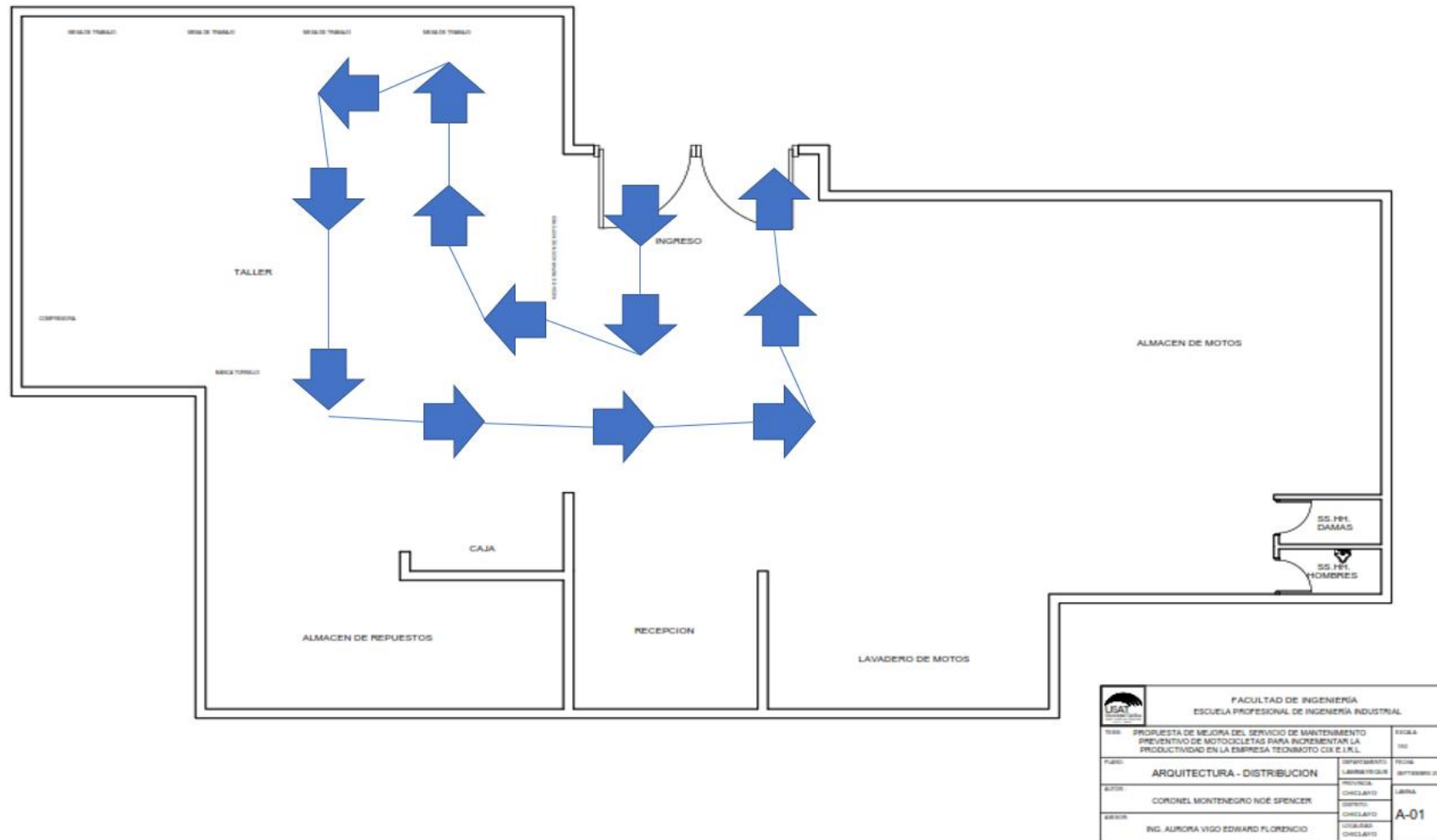



Figura 23. Distribución con celdas de trabajo (Paso 2-A)

		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
TÍTULO: PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOCICLETAS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA TECNIMOTO CIX E.I.R.L.		ESCALA: 1:50	
PLANO: ARQUITECTURA - DISTRIBUCION	DEPARTAMENTO: LABORATORIO	FECHA: OCTUBRE 2021	
AUTOR: CORDNEL MONTENEGRO NÚÑEZ SPENCER	PROFESOR: CHICALAYO	LÍNEA:	
SERVIDOR: ING. AURORA VIGO EDUARDO FLORENCIO	SERVIDOR: CHICALAYO VICEDIRECTOR: CHICALAYO	A-01	

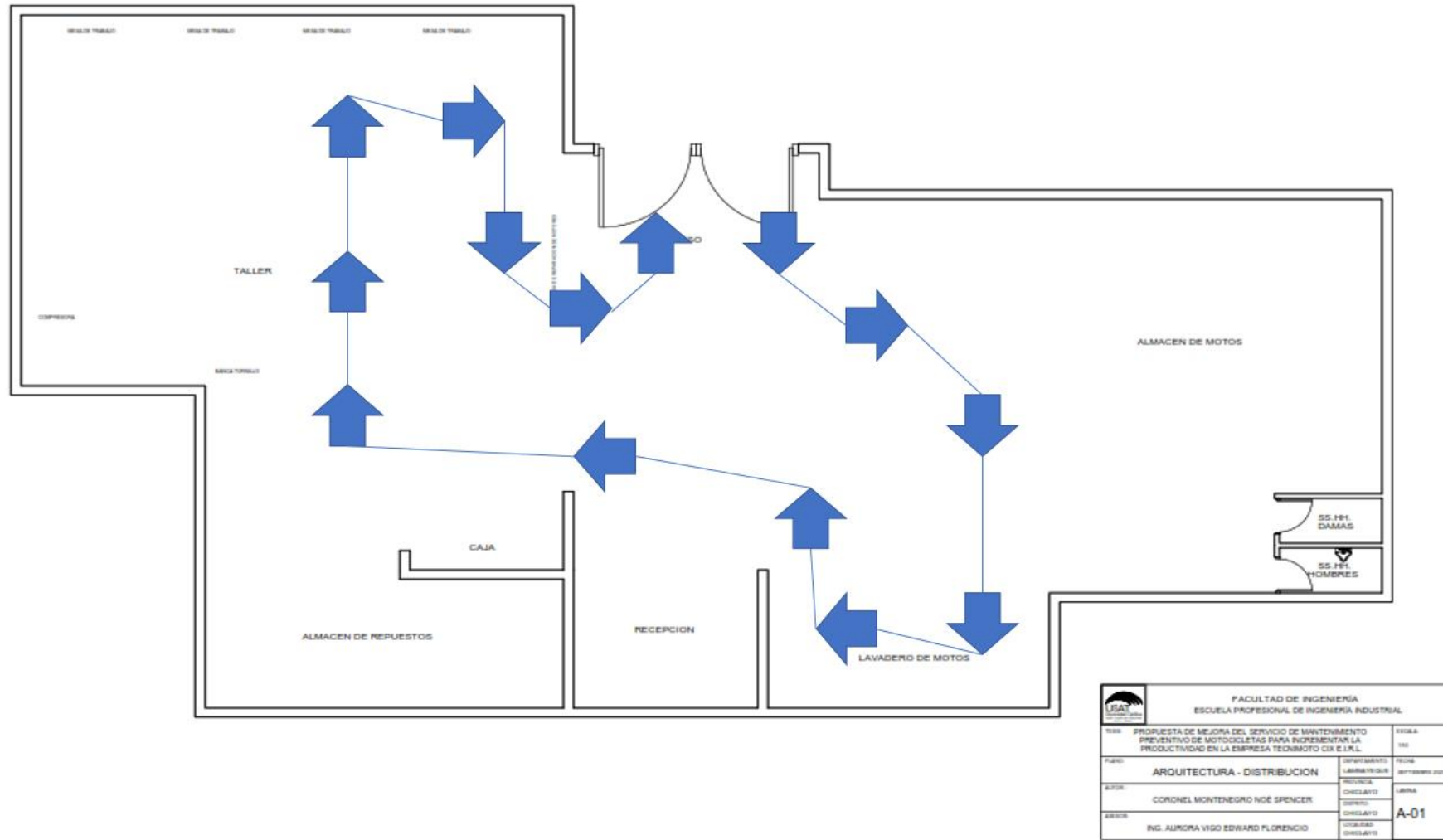


Figura 24. Distribución con celdas de trabajo (Paso 2-B)

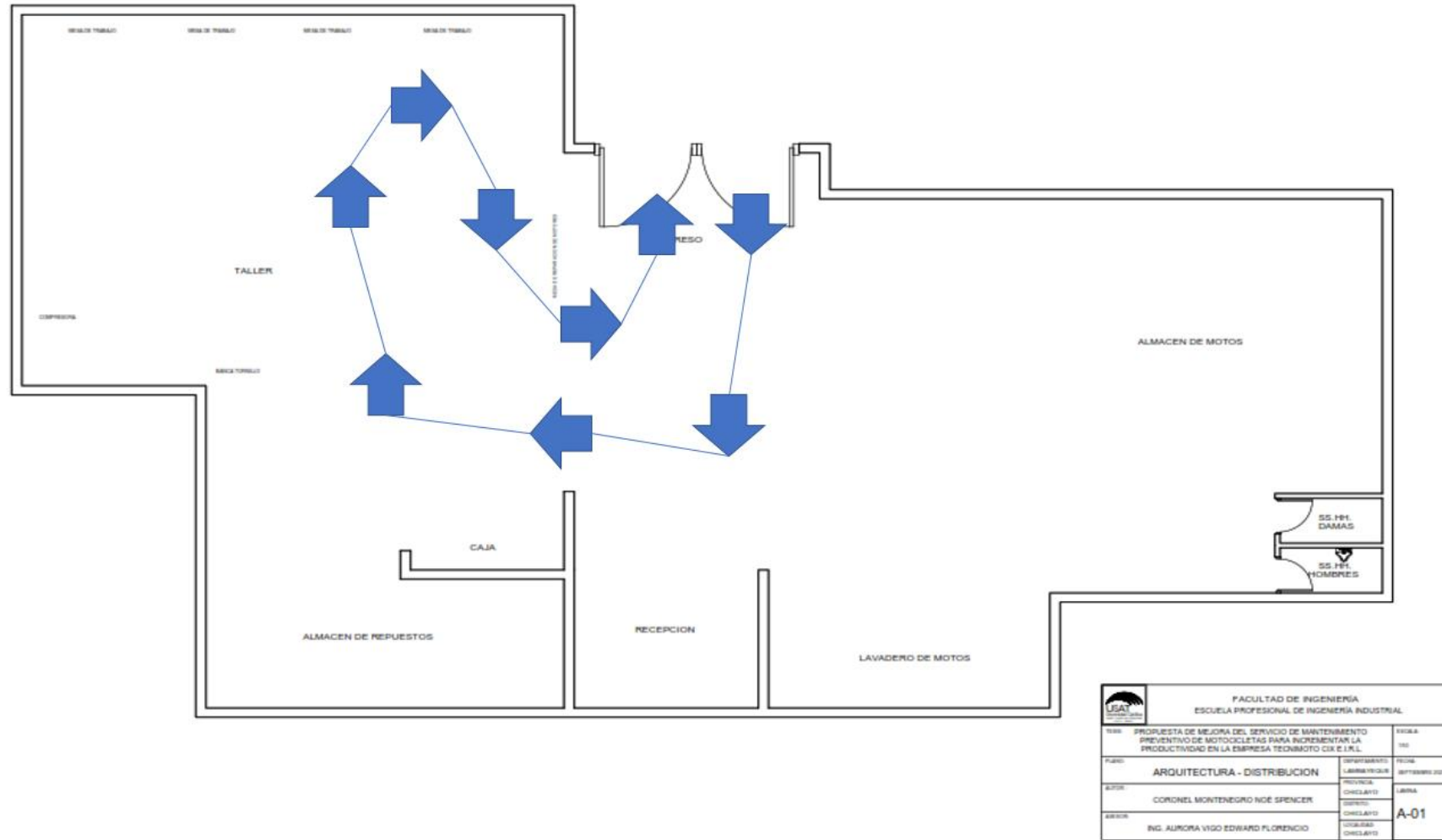


Figura 25. Distribución con celdas de trabajo (Paso 2-C)

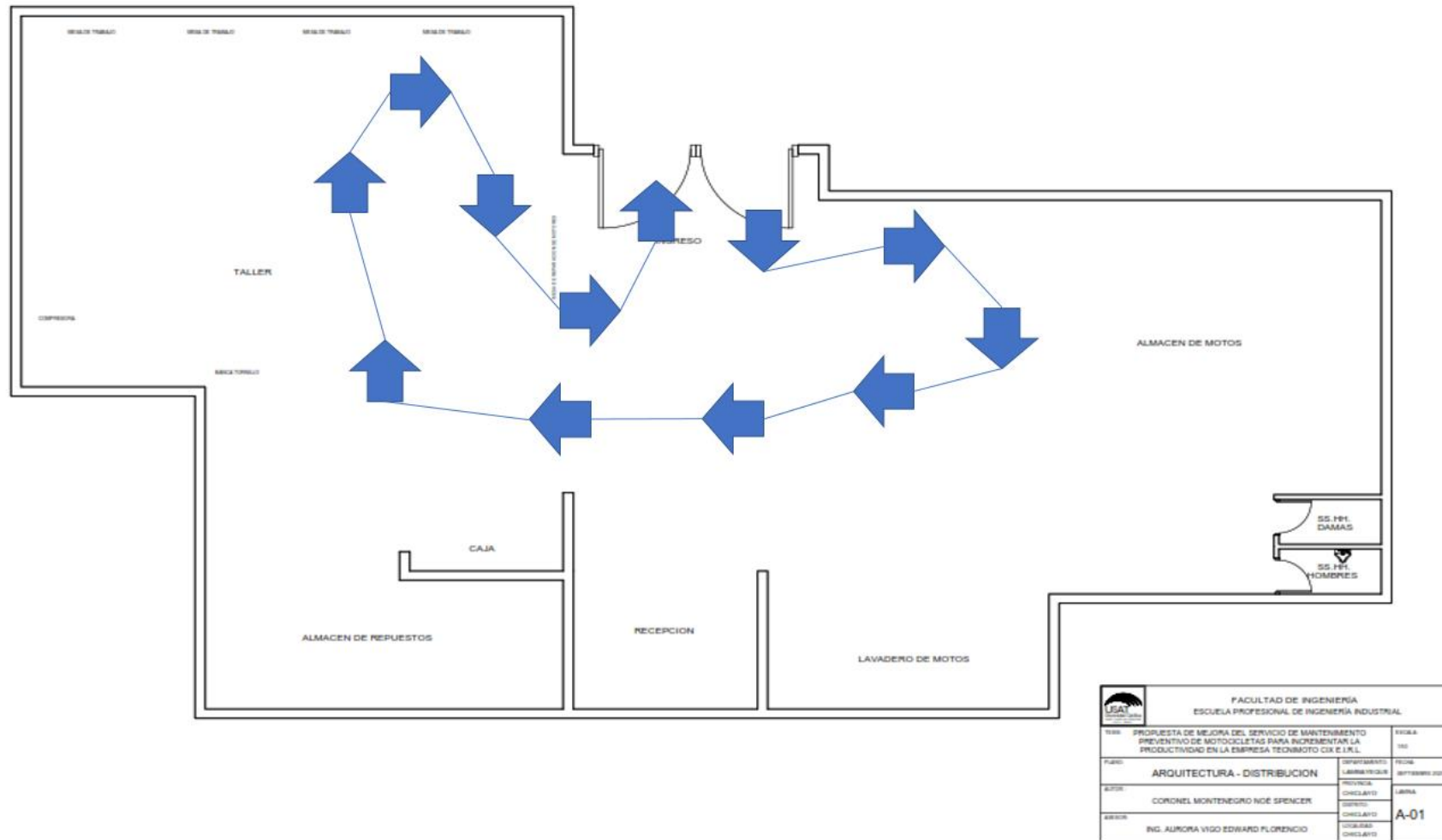


Figura 26. Distribución con celdas de trabajo (Paso 2-D)

 FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL		TITULO 100
TEMA PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOCICLETAS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA TECNIMOTO CIA S.R.L.		ESCALA 1:50
PLAN ARQUITECTURA - DISTRIBUCION	DEPARTAMENTO LABORATORIOS	FECHA 07/10/2020
AUTOR CORDONEL MONTENEGRO NDE SPENCER	REGION CHICLAYO	LAMINA A-01
REVISOR ING. AURORA VIGO EDUARDO FLORENCIO	DISTRITO CHICLAYO	

Paso 3:

A partir de ahí y del espacio disponible en la planta y sus accesos, se procedió a delimitar el área en que se situó el conjunto de procesos que implantar, disponiendo pasillos para comunicar esta área con el resto de la planta, en la medida de lo conveniente.

La figura 26 presenta la planta en la que se pretende ubicar los procesos (ya mostrada en la figura 25) convenientemente adaptada para ello, habiéndose señalado las áreas delimitadas para los procesos, así como los pasillos.

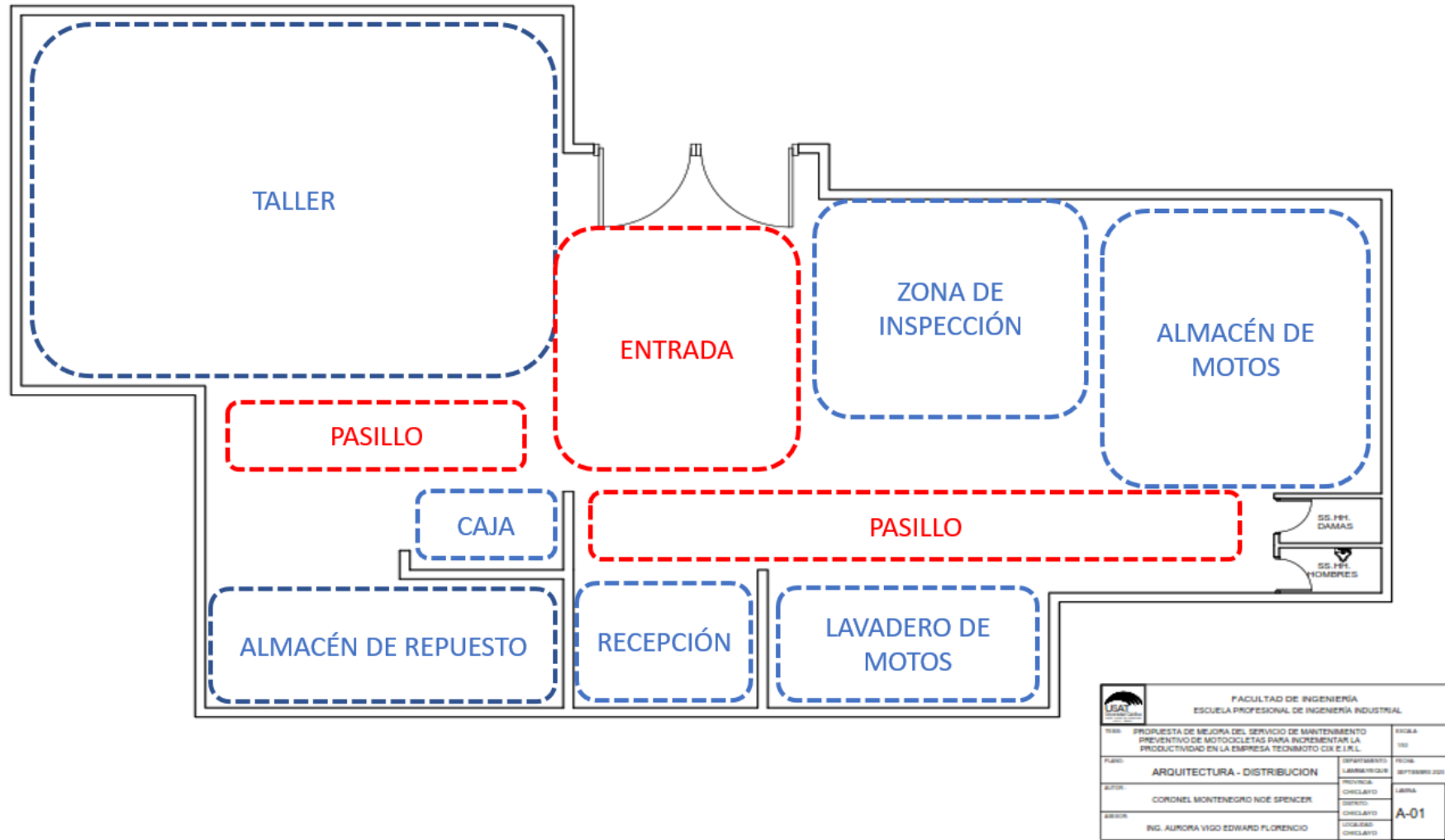


Figura 27. Distribución con celdas de trabajo (Paso 3)

Paso 4:

Se incorporó al área delimitada los elementos del sistema productivo que compondrán el layout y se le asignó a cada uno la superficie que precisen. En la figura 27 se presenta la propuesta para los procesos de mantenimiento preventivo de motocicletas, donde esta previamente las zonas delimitadas y también se les indica el flujo del proceso tal como resulta esta propuesta del layout.

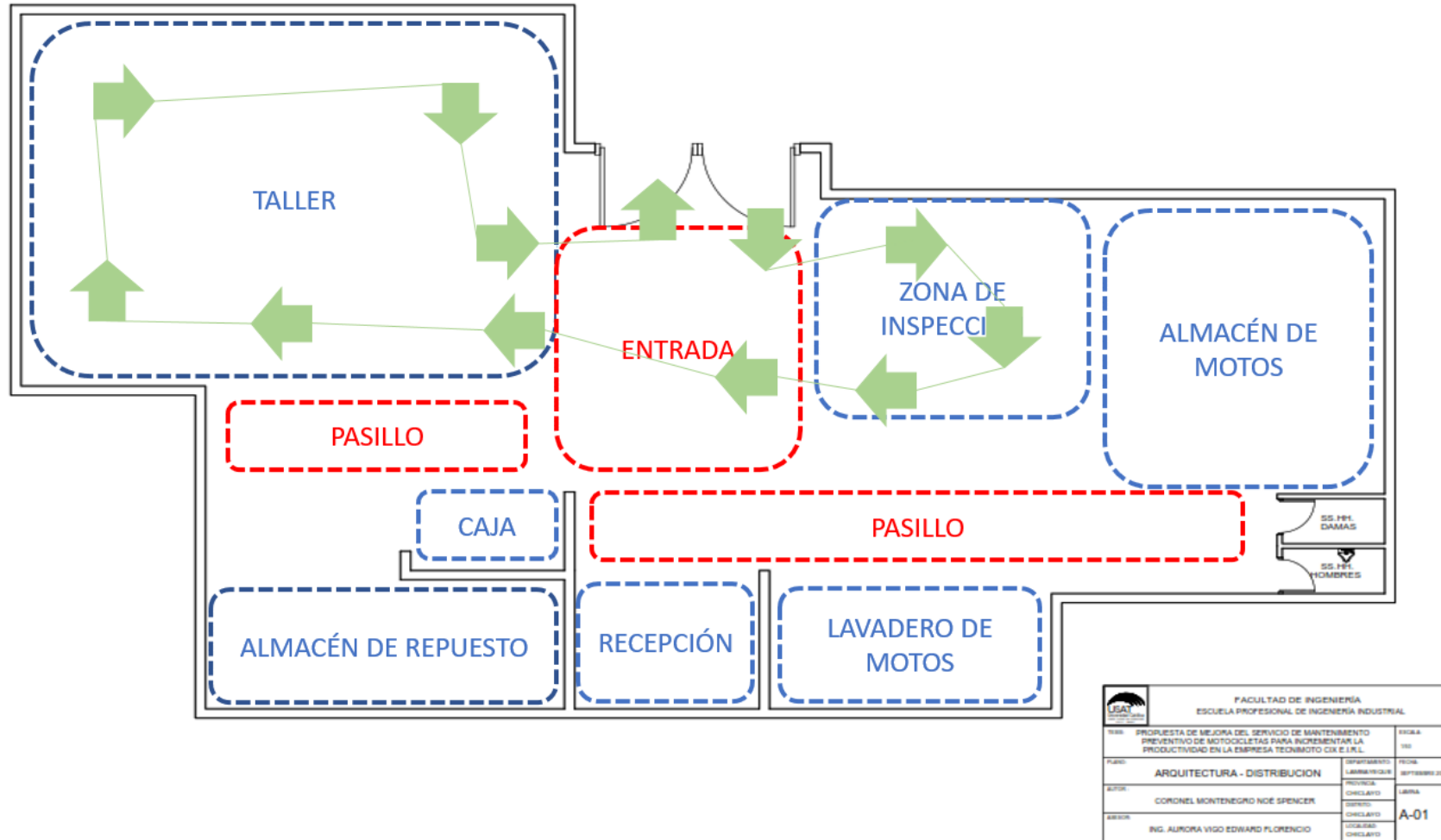
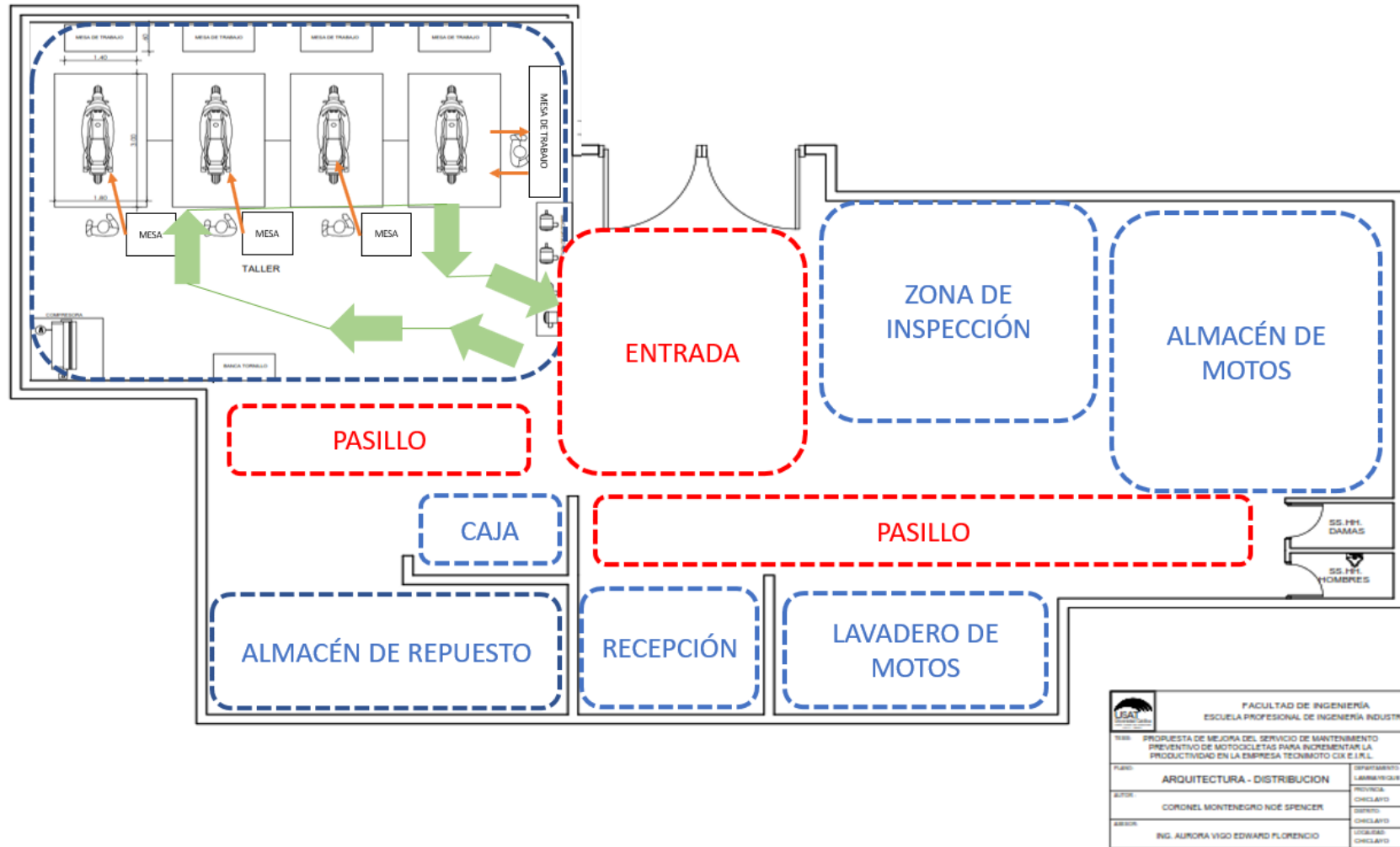


Figura 28. Distribución con celdas de trabajo (Paso 4)

Paso 5:

Para completar el layout es imprescindible introducir finalmente los elementos correspondientes al layout detallado del entorno del operario, sin olvidar los elementos hasta ahora incluidos y el flujo de materiales y producto. La figura 28 se presenta el layout final para el caso que hemos considerado, habiendo elegido finalmente una distribución por posición fija, debido a la naturaleza de las operaciones, por lo tanto cada operario se acerca en orden a la motocicleta para realizar sus actividades asignadas y luego pasará a la siguiente moto para realizar las mismas operaciones. En él se ha incluido el detalle de cada operación y de los puestos de trabajo y su disposición.

Se observó una mejora en la distribución del lugar de trabajo, debido a que hay espacios asignados para cada etapa y los operarios se acercarán en orden a las bahías para realizar las operaciones asignadas. Esto ayudará a tener un mayor control de la productividad de mano de obra.




 FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
TÍTULO:	PROYECTO DE MEJORA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTOCICLETAS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA TECNIMOTO CIX E.I.R.L.	ESTADIA: 100
FUENTE:	ARQUITECTURA - DISTRIBUCION	DEPARTAMENTO: LABORATORIO PRIVILEGIADO
AUTORES:	CORNEL MONTENEGRO NOÉ SPENCER	FECHA: SEPTIEMBRE 2021
ÁREA:	ING. AURORA VIGO EDUARDO FLORENCIO	UBICACIÓN: CHICLAYO
		ESCALA: A-01

Figura 29. Distribución con celdas de trabajo (Paso 5)

3.2.2. Indicadores propuestos de productividad

3.2.2.1. Servicio propuesto de mantenimiento preventivo

El servicio de mantenimiento preventivo realizado por la empresa Tecnimoto Cix se rige al cuello de botella identificado, siendo este la limpieza del carburador con 627 segundos por motocicleta.

El Número de servicios de mantenimiento preventivo se obtiene en base a la adaptación de la fórmula de Palacios: [29]

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo disponible de producción}}{\text{Takt Time}}$$

$$N^{\circ} \text{ de servicios} = \frac{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}{627 \frac{\text{segundos}}{\text{motocicleta}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ segundos}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de servicios} = 45,9 \frac{\text{motocicletas}}{\text{día}} \cong 45 \frac{\text{motocicletas}}{\text{día}}$$

$$N^{\circ} \text{ de servicios} = 45 \frac{\text{motocicletas}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 14\ 040 \frac{\text{motocicletas}}{\text{año}}$$

Los servicios de mantenimiento preventivo con las propuestas son de 14 040 motocicletas al año.

3.2.2.2. Productividad total propuesta

La productividad total propuesta se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Ventas(Soles)}}{C. MOD + C. suminitros + CIF + C. otros}$$

$$\text{Productividad total} = \frac{14\ 040 \frac{\text{motocicletas}}{\text{año}} * 25 \frac{\text{soles}}{\text{motocicleta}}}{(19\ 463,63 + 49\ 440,00 + 9\ 372,00 + 5\ 000,00) \text{ soles}}$$

$$\text{Productividad total} = \frac{351\ 000,00 \text{ soles}}{83\ 275,63 \text{ soles}} = 4,21$$

La productividad total propuesta es de 4,21, este índice indica que por cada dólar invertido en los costos de insumos, costos de mano de obra directa, costos de suministros, costos indirectos de fabricación y de depreciación la empresa obtiene de ingresos 4,21 soles.

En la tabla 57 detalla el resumen de los recursos empleados para llevar a cabo los servicios de mantenimiento preventivo de motocicletas, ascendiendo a 83 275,63 soles. Esta tabla tiene los mismos montos económicos de la tabla 22, debido a que no hubo variaciones en los costos de los recursos empleados.

Tabla 57. Resumen de los recursos empleados de la empresa Tecnimoto Cix

RECURSOS EMPLEADOS			TOTAL
Costo de insumos			19 463,63
Costo de MOD	4 120,00	12 meses	49 440,00
Suministros	781,00	12 meses	9 372,00
CIF+ depreciación 5%			5 000,00
TOTAL			83 275,63

3.2.2.3. Productividad laboral propuesta

La productividad laboral es:

$$Productividad\ laboral = \frac{N^{\circ}\text{ servicios de mantenimiento preventivo}}{N^{\circ}\text{ de trabajadores}}$$

Tabla 58. Horas propuestas empleadas por los técnicos de la empresa Tecnimoto Cix

MESES	DIAS LABORADOS	HORAS POR TURNO	TÉCNICOS	HORAS HOMBRE
Enero	26	8	4	832
Febrero	24	8		768
Marzo	24	8		768
Abril	26	8		832
Mayo	27	8		864
Junio	23	8		736
Julio	24	8		768
Agosto	26	8		832
Setiembre	24	8		768
Octubre	26	8		832
Noviembre	25	8		800
Diciembre	23	8		736
TOTAL				9 536

$$\begin{aligned} \text{Productividad laboral} &= \frac{N^{\circ} \text{ servicios de mantenimiento preventivo}}{N^{\circ} \text{ de trabajadores}} \\ &= \frac{14\,040 \text{ servicios}}{4 \text{ trabajadores}} = 3\,510 \frac{\text{servicios}}{\text{trabajador}} \end{aligned}$$

La productividad laboral propuestas tiene un índice de 3 510 servicios de mantenimiento preventivo por cada trabajador para el año 1 de su implementación.

3.2.2.4. Productividad de MOD real

La productividad de la MOD real del año 2019 es:

$$\begin{aligned} \text{Productividad mano de obra} &= \frac{N^{\circ} \text{ servicios de mantenimiento preventivo}}{\text{Horas hombre trabajadas}} \\ \text{Productividad mano de obra} &= \frac{7\,800 \text{ servicios}}{9\,536 \text{ horas hombre}} = 0,82 \frac{\text{servicios}}{\text{hora hombre}} \end{aligned}$$

La productividad de la mano de obra directa real es de 0,82 servicios de mantenimiento preventivo por cada hora hombre trabajada real.

3.2.2.5. Productividad de MOD propuesta

Productividad de MOD con las propuestas:

$$\text{Productividad mano de obra} = \frac{14\,040 \text{ servicios}}{9\,536 \text{ horas hombre}} = 1,47 \frac{\text{servicios}}{\text{hora hombre}}$$

La productividad de la mano de obra directa con con las propuestas es de 1,47 servicios de mantenimiento preventivo por cada hora hombre trabajada.

3.2.2.6. Diferencia de la productividad de MOD

Diferencia de la productividad:

$$\text{Diferencia de productividad de MOD} = \frac{1,47 - 0,82}{1,47} * 100 = 44,2\%$$

La productividad de mano de obra directa real tiene un indicador de 0,82 servicios de mantenimiento preventivo por cada hora trabajada de los técnicos,

sin embargo, con las mejoras propuestas este índice aumentó a 1,47, logrando un incremento del 44,2%.

3.2.3. Cuadro comparativo de los indicadores

En la tabla 59 se detallan los indicadores de productividad antes y después de las propuestas.

Tabla 59. Cuadro comparativo de los indicadores de productividad

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR ACTUAL	VALOR PROPUESTO	VARIACIÓN
N° servicios	motocicletas/año	7 800	14 040	44,4%
Productividad total	soles en servicios/soles en insumos	2,98	4,21	29,2%
Productividad laboral	servicios/trabajador	1 950	3 510	44,4%
Productividad MOD	servicios/hora-hombre	0,82	1,47	44,2%

3.3. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

Con la propuesta de implementación del servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas en la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. para aumentar la productividad, se determinó el análisis costo beneficio de los gastos asociados a las mejoras frente a los beneficios que trae consigo estas mejoras.

3.3.1. Beneficios de las propuestas

Los beneficios de esta propuesta se reflejan en el aumento del número de servicios, el cual aumenta en 6 240 servicios de mantenimiento preventivo al año, como lo menciona la tabla 59.

$$\begin{aligned} \text{Aumento de N}^\circ \text{ de sevicios} &= 14\,040 \frac{\text{N}^\circ \text{ servicios}}{\text{año}} - 7\,800 \frac{\text{N}^\circ \text{ servicios}}{\text{año}} \\ &= 6\,240 \frac{\text{N}^\circ \text{ servicios}}{\text{año}} \end{aligned}$$

Sin embargo, se debe tener en cuenta el comportamiento de la demanda del servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas, en la figura 30 se muestra, en base al modelo de regresión logarítmica. El coeficiente de regresión (R) es 0.9343 siendo mayor al 0.9 o 90% lo que indica que la ecuación propuesta otorgará resultados con un error menor al 10%.

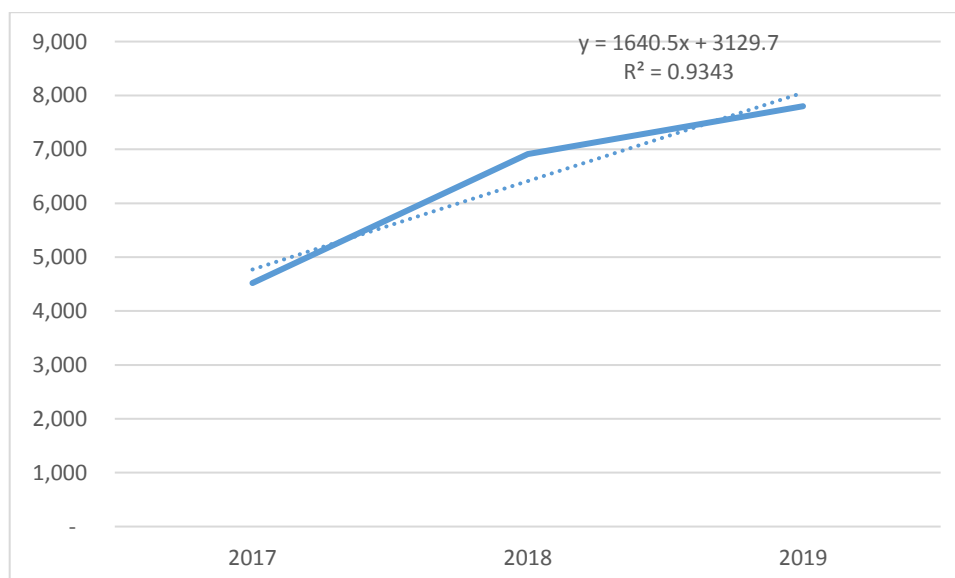


Figura 30. Diagrama de Regresión lineal

En base a la ecuación propuesta en la figura 31, se determinó el número de servicios para los años siguientes, y también se calculó el aumento de los servicios pronosticados, el cual va en aumento y se muestra en la tabla 60.

Tabla 60. Aumento de los servicios pronosticados

AÑOS	N Servicios	Aumento de servicios pronosticados
2017	4 519	
2018	6 913	
2019	7 800	
2020*	12 347	4 547
2021*	14 437	6 637
2022*	16 527	8 727
2023*	18 617	10 817
2024*	20 707	12 907

En la tabla 61 se muestra el balance del aumento de los servicios de la demanda pronosticada con el aumento de las mejoras, en el primer año se toma el dato del servicio pronosticado debido a que es menor, y en los años siguientes se toman en cuenta el aumento con las mejoras.

Tabla 61. Balance con la demanda del aumento de los servicios

AÑOS	Aumento de servicios pronosticados	Aumento de servicios con las mejoras	Aumento de servicios balanceados
2020*	4 547	6 240	4 547
2021*	6 637	6 240	6 240
2022*	8 727	6 240	6 240
2023*	10 817	6 240	6 240
2024*	12 907	6 240	6 240

Al aumentar los servicios de mantenimiento preventivo de motocicletas los ingresos aumentan, por lo tanto, las utilidades también, y según dato de a la empresa es aproximadamente el 30% del precio de venta. En consecuencia, las utilidades de la empresa aumentan como se muestra en la tabla 62.

Tabla 62. Aumento anual de las utilidades

	AÑO 1	AÑO 2 a 5
Aumento de servicios (N° mantenimientos/año)	4 547	6 240
Aumento de ingresos (Soles/año)	S/ 113 675,00	S/ 156 000,00
Utilidades 30% (Soles/año)	S/ 34 102,50	S/ 46 800,00

3.3.2. Inversión de la propuesta

La inversión de las propuestas de implementación se divide en:

3.3.2.1. Metodología SMED:

Los costos de la implementación de la metodología SMED constan de la difusión gráfica que se colocará en las instalaciones, las capacitaciones con respecto a la modificación de los procesos (Ver anexo C), el refrigerio al personal en las capacitaciones y el pago al personal por las 5 horas que asistirán a las capacitaciones.

Tabla 63. Costos de la implementación de la metodología SMED

METODOLOGÍA SMED	INVERSIÓN
Difusión	S/ 50,00
Costo de capacitaciones a empresa tercerizadora	S/ 1 500,00
Refrigerio al personal	S/ 60,00
Pago a personal de operativo (5 horas)	S/ 259,71
Total	S/ 2 319,71

3.3.2.2. Mejora de las técnicas de trabajo:

Para la mejora de las técnicas de trabajo se consideró la adquisición de 4 cinturones de herramientas con herramientas necesarias para sus labores, el costo de las capacitaciones con respecto a la mejora del proceso de limpieza del carburador, importancia de la limpieza del carburador y Tiempos aceptables del proceso de limpieza del carburador (Ver anexo C), el refrigerio al personal en las capacitaciones y el pago al personal por las 15 horas que asistirán a las capacitaciones.

Tabla 64. Costos de la implementación de técnicas de trabajo

Mejora de las técnicas de trabajo	INVERSIÓN
Adquisición de cinturón de herramientas	S/ 2 344,00
Costo de capacitaciones a empresa tercerizadora	S/ 3 750,00
Refrigerio al personal	S/ 150,00
Pago a personal de operativo (15 horas)	S/ 672,40
Total	S/ 6 916,40

3.3.2.3. Estandarización de tiempos:

Para la estandarización de tiempos se consideró adquirir 4 carritos de trabajo para las herramientas más grandes que no puedan colocarse en el cinturón, el costo de las capacitaciones con respecto a las actividades de cada proceso y tiempos aceptables para cada proceso (Ver anexo C), el refrigerio al personal en las capacitaciones y el pago al personal por las 20 horas que asistirán a las capacitaciones.

Tabla 65. Costos de la estandarización de tiempos

Estandarización de tiempos	INVERSIÓN
Adquisición de carritos de trabajo	S/ 1 092,00
Costo de capacitaciones a empresa tercerizadora	S/ 5 500,00
Refrigerio al personal	S/ 500,00
Pago a personal de operativo (20 horas)	S/ 896,54
Total	S/ 7 988,54

3.3.2.4. Balance de línea:

Para el balance de línea se consideró el costo de las capacitaciones con respecto a la asignación de procesos al personal (Ver anexo C), el refrigerio al personal en las capacitaciones y el pago al personal por las 8 horas que asistirán a las capacitaciones.

Tabla 66. Costos del balance de línea

Balance de línea	INVERSIÓN
Costo de capacitaciones a empresa tercerizadora	S/ 1 500,00
Refrigerio al personal	S/ 50,00
Pago a personal de operativo (8 horas)	S/ 358,62
Total	S/ 1 908,62

3.3.2.4. Distribución de celdas de trabajo:

Para los costos de distribución de celdas de trabajo se consideró los costos de adecuación del lugar de supervisión de las motocicletas y la señalización en las instalaciones.

Tabla 67. Costos de la distribución de celdas de trabajo

Distribución de las celdas de trabajo	INVERSIÓN
Adecuación de la zona de supervisión	S/ 5 000,00
Señalización	S/ 500,00
Total	S/ 5 500,00

3.3.3. Costos de la propuesta

Los costos de las propuestas se basa en la metodología SMED.

3.3.3.1. Metodología SMED:

Los costos de la implementación de la metodología SMED constan de la remuneración al personal supervisor y la indumentaria personal que tendrán que usar el personal operativo como ropa de trabajo.

Tabla 68. Costos de la implementación de la metodología SMED

METODOLOGÍA SMED	COSTOS (AÑOS SIGUIENTES)
Pago al personal supervisor	S/ 26 640,00
Indumentaria para el supervisor y técnicos	S/ 2 500,00
Total	S/ 29 140,00

3.3.4. Flujo de caja

En la tabla 69 se realizó un balance general, de los ingresos con los egresos de las propuestas de implementación.

Tabla 69. Flujo de caja de propuestas de implementación

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS		S/ 34 102,50	S/ 46 800,00	S/ 46 800,00	S/ 46 800,00	S/ 46 800,00
Aumento de las utilidades		S/ 34 102,50	S/ 46 800,00	S/ 46 800,00	S/ 46 800,00	S/ 46 800,00
INVERSIÓN	S/ 25 372,27	S/ 874,20	S/ 874,20	S/ 874,20	S/ 874,20	S/ 874,20
Metodología SMED	S/ 2 319,71	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Mejora de las técnicas de trabajo	S/ 6 916,40	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Estandarización de tiempos	S/ 7 988,54	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Balance de línea	S/ 1 908,62	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Distribución de las celdas de trabajo	S/ 5 500,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Imprevisto 3%	S/ 739,00	S/ 874,20	S/ 874,20	S/ 874,20	S/ 874,20	S/ 874,20
COSTOS	S/ 0,00	S/ 29 140,00	S/ 29 140,00	S/ 29 140,00	S/ 29 140,00	S/ 29 140,00
Metodología SMED	S/ 0,00	S/ 29 140,00	S/ 29 140,00	S/ 29 140,00	S/ 29 140,00	S/ 29 140,00
Flujo de Caja Anual	-S/ 25 372,27	S/ 4 088,30	S/ 16 785,80	S/ 16 785,80	S/ 16 785,80	S/ 16 785,80
Flujo de Caja Acumulado	-S/ 25 372,27	-S/ 21 283,97	-S/ 4 498,17	S/ 12 287,63	S/ 29 073,43	S/ 45 859,23
VAN				26 715,94		
TIR				39,46%		
B/C				1,26		
TR				2 años con 8 meses con 24 días		

Para evidenciar si las propuestas de implementación son viables, se calcula en VAN y TIR:

VAN:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Dónde:

Io = Inversión inicial

Ft = Flujo de caja (ganancias)

N = Periodo de tiempo (5 años)

r = Tasa de Interés seleccionada (0,10%)

Entonces en base a la tabla 69 se obtiene:

$$VAN = -25\,372,27 + \frac{4\,088,30}{(1+0,1)^1} + \frac{16\,785,80}{(1+0,1)^2} + \frac{16\,785,80}{(1+0,1)^3} + \frac{16\,785,80}{(1+0,1)^4} + \frac{16\,785,80}{(1+0,1)^5} = 26\,715,94 \text{ soles}$$

El VAN nos arroja como resultado de 26 715,94 soles, obtenido de la inversión inicial, y éste nos arroja positivo lo cual indica es que rentable y viable.

TIR:

$$TIR = \sum_{T=0}^{Fn} \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Dónde:

Io = Inversión inicial

Ft = Flujo de caja (ganancias)

N = Periodo de tiempo (5 años)

r = Tasa de Interés seleccionada (10%)

Entonces en base a la tabla 69 se obtiene:

$$TIR = 0 = -25\,372,27 + \frac{4\,088,30}{(1+X)^1} + \frac{16\,785,80}{(1+X)^2} + \frac{16\,785,80}{(1+X)^3} + \frac{16\,785,80}{(1+X)^4} + \frac{16\,785,80}{(1+X)^5} = 39,46\%$$

La tasa interna de retorno nos arroja un resultado de 39,46% es mayor al 10%, indicando que la propuesta es viable y conviene más que colocar el dinero en un banco, ya que se obtiene mejores ganancias que los intereses del banco.

TMAR:

El TMAR o Tasa mínima aceptable de rendimiento, es la cantidad mínima que los inversionistas están dispuestos a percibir. En la tabla 101 se muestra el análisis realizado del TMAR, en donde se establece una tasa inflacionaria del 3% más el porcentaje de ganancia que es el 12%, el cual suma un total del 15%. Pero el porcentaje de inversión financiada viene dado por la tasa de interés de los bancos, el SBS [30] nos indica que la tasa de interés promedio es de 7,5%. Teniendo en cuenta que la inversión propia de la empresa representa el 20% y la inversión financiada es del 80%, se obtiene un TMAR global de 9%.

$$TMAR = \% TMAR PROPIO * \% APORTE PROPIO + \% TMAR FINANCIADO * \% APORTE FINANCIADO$$

$$TMAR = (3\% + 12\%) * 20\% + 7,5\% * 80\%$$

$$TMAR = 9\%$$

DISCUSION

A partir de los hallazgos encontrados en el presente trabajo de investigación, se determinó que existe una baja productividad en el servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas, generando demoras en la realización de las actividades, debido a que no cuentan con herramientas de adecuadas para realizar sus labores, ocasionando que el 27,4% de los clientes no sean atendidos en el primer día programado. Esta investigación guarda relación con lo que sostiene Muhammad [7], en el 2016 quien señala que la causa principal de la baja eficiencia de los operarios es por la variación de tiempos de sus operarios al ejecutar los trabajos, pero al realizar un estudio de tiempos antes del balance de línea como en esta investigación, con ello se incrementó su eficiencia en un 32,89% de igual manera, se encontró similitud en la investigación realizado por Ikhwan, Sugarindra y Suryoputro [8], en una industria automotriz, donde experimentó problemas porque no pudo cumplir con la producción a tiempo, esto se debe a que el proceso no estaba estandarizado, y el cambio de matrices se realizaba con problemas, para ello se realizó un estudio de tiempos para su estandarización, y un estudio de movimientos ayudándose con la herramienta SMED, a eliminar la mayor parte de actividades internas, y si no fue posible, cambiarlas a actividades externas, modificándose el flujo del proceso productivo, igual que en esta investigación. Con esta implementación se logró reducir el tiempo del proceso en 33%, este índice es similar al de la presente investigación, donde su tiempo del proceso se redujo en 44%.

De acuerdo a los autores el análisis similar al trabajo de esta investigación se asemeja al de Proaño y Sandoval [6] en donde se analizó el mantenimiento preventivo del área de postventa de la empresa Proauto, que es concesionario de la marca Chevrolet, identificando oportunidades de mejora de los métodos de trabajo actual, ya que existió cierto desperdicio e ineficiencias por falta de estandarización de tiempos, para ello se aplicó un estudio de tiempos y movimientos, tomando como herramientas el Diagrama de Actividades del Proceso, el Diagrama Bimanual y el Diagrama de Recorrido, luego aplicó estandarización de tiempos tomando en cuenta los lineamientos de la Organización Internacional de Trabajo (OIT) como se realizó en la presente investigación. Como resultado se obtuvo que se pudieron reducir los tiempos en 20% y las distancias recorridas en 71%, en esta investigación no se consideró la reducción de distancias recorridas, pero la reducción de tiempos es del 44%, este índice es el doble debido a que las propuestas de implementación consideraron a más metodologías.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Al finalizar la investigación podemos determinar que se mejoró el servicio de mantenimiento preventivo de motocicletas ha incrementado el índice de productividad en 1,23 puntos.
2. La empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. se cuenta con problemas de baja productividad, lo cual mediante un análisis se pudo determinar que en la empresa no existe una división del trabajo originando un ritmo de trabajo variable, no se han estandarizado los procesos generando movimientos innecesarios, demoras en el personal ocasionando que varios clientes no se atiendan en el día planificado y demoras en transportes por una deficiente distribución de planta. Además, cuentan con 27,4% de servicios de mantenimiento preventivo no realizado.
3. Para mejorar la productividad en la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. se propone implementar la metodología SMED, mejorar las técnicas de trabajo, estandarizar los tiempos, realizar el balance de línea y distribuir el layout con celdas de trabajo. Con estas mejoras se incrementó la productividad total en 29,2%, la productividad de mano de obra directa en 44,2% y la productividad laboral en 44,4%, generando mayores beneficios económicos para la empresa.
4. Las propuestas de implementación del proceso productivo de la empresa Tecnimoto Cix E.I.R.L. es económicamente viable, esto se debe a que se obtuvo un Valor Actual Neto de 26 715,94 soles, una Tasa Interna de Retorno de 39,46%, un beneficio costo de 1,26 y una tasa de recuperación de 2 años con 8 meses y 26 días.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio detallado de los procesos logísticos de la empresa en base a la gestión de inventarios y al sistema kitting, asegurando que se cuente con los insumos necesarios para la realización de los servicios que brindan, así mismo, que estos insumos sean de buena calidad.

También se recomienda, realizar un análisis del nivel de servicio de satisfacción al cliente para determinar las necesidades que tienen mayor relevancia en cuanto a la percepción de la calidad del servicio que estos esperan.

Se recomienda aplicar estudios de distribución de planta como el SLP y método Guerchet en base a la distribución de posición fija que se maneja en la empresa, para determinar las dimensiones de las áreas y así mismo evaluar el diagrama relacional de los ambientes de trabajo adecuados para la naturaleza de los procesos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] El Heraldo, «Cuidado y mantenimiento preventivo de la motocicleta,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.elheraldo.hn/suplementos/motores/970471-466/cuidado-y-mantenimiento-preventivo-de-las-motocicleta>.
- [2] El Comercio, «Ventas de motocicletas anotaron un crecimiento de 3,5% en el 2018,» 2019. [En línea]. Available: <https://elcomercio.pe/economia/peru/ventas-motocicletas-anotaron-crecimiento-3-5-2018-noticia-nndc-609324-noticia/>.
- [3] Gallegos, Zada Ondina, «Diseño e implementación del Mantenimiento Productivo,» 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.ulasamericas.edu.pe/handle/upa/521>.
- [4] T. Pereyra Villar, «Pasión por el derecho,» 25 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://lpderecho.pe/responsabilidad-civil-accidentes-transito/>.
- [5] S.-G. L. L. J. Quezada J., «Optimization of Motorcycle Assembly Processes Based on Lean Manufacturing Tools,» *Advances and Applications in Computer Science, Electronics and Industrial Engineering*, vol. 1078, 28 febrero 2020.
- [6] K. L. Proaño Campaña y L. X. Sandoval Almeida, «Estandarización del Proceso de Mantenimiento en el Taller Mecánico de Proauto Mediante un Estudio de Tiempos y Movimientos,» Quito, 2017.
- [7] A. Muhammad, «Increasing efficiency of line M123 through th application of time study and line balancing method (case study at pt xy),» 2016.
- [8] M. Ikhwan, M. Sugarindra y M. Suryoputro, «Single Minute Exchange of Dies as The Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in Automotive Part Industry,» de *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019.
- [9] E. Cevikcan y H. Selcuk Kilic, «Tempo rating approach using fuzzy rule based system and westinghouse method for the assessment of normal time,» *International Journal of Industrial Engineering*, vol. 23, n° 1, pp. 49-67, 2016.
- [10] D. Tigani, Excelencia en servicio, primera ed., Liderazgo 21, 2006.
- [11] García, Santiago., «Organización y gestión integral de mantenimiento.,» 2010. [En línea]. Available: 1° ed Madrid: Díaz de Santos, S.A, 55pp. ISBN: 978-84-7978-577-2.
- [12] Navarro, Luis et al, «Gestión integral del mantenimiento,» 1997. [En línea]. Available: https://elibro.net/es/ereader/bibliotecafmh/45905?col_q=gesti%C3%B3n__del__mantenimiento__&col_code=ELC004&prev=col.
- [13] Dirección General del Tráfico, «La Motocicleta,» Madrid, 2014.

- [14] MAPFRE, «MAPFRE.ES,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.mapfre.es/seguros/particulares/moto/articulos/mantenimiento-preventivo-de-una-moto.jsp>.
- [15] G. Baca, G. Baca C., M. Cristóbal, M. Cruz, J. Gutiérrez, M. Obregón, A. Pacheco, Á. Rivera y I. Rivera, *Introducción a la ingeniería industrial*, México D.F.: Grupo Editorial Patria, 2014.
- [16] J. A. Cruelles Ruíz, *Ingeniería industrial: métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*, Primera ed., A. G. Editor, Ed., Caracas, México D.F.: Marcombo, 2013.
- [17] OIT, «Introducción al Estudio del Trabajo,» 1999.
- [18] W. J. Vidal, «Propuesta de mejora de procesos en la producción de bebidas alcohólicas utilizando herramientas del Lean Manufacturing,» 2018. [En línea]. Available: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624917/Vidal_GW.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [19] Galgano, Alberto , «Los 7 instrumentos de la Calidad,» 2006. [En línea]. Available: Madrid Ediciones Díaz de Santos.
- [20] L. J. y. e. a. Krajewski, «Administración de operaciones,» 2008. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/8583854/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._KRAJEWSKI_1_.
- [21] R. García Criollo, «Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo,» p. 79, 2000.
- [22] Universidad Nacional Autónoma de México, «Diagrama de procedimientos,» [En línea]. Available: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/73/5/A5.pdf>. [Último acceso: 20 Noviembre 2020].
- [23] B. Caruajulca, «Balance de línea para mejorar la productividad en el área de confección de la empresa Industrias Fashión E.I.R.L – Lima, 2017,» 2017. [En línea]. Available: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12397/Caruajulca_BB.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [24] R. Carro Paz y D. Gonzáles Gómez, *Administración de las operaciones. Productividad y competitividad*, s.c.: Universidad Nacional de Mar del Plata, s.a..
- [25] M. Martínez, «El concepto de la productividad en el análisis económico,» 1995. [En línea]. Available: www.redem.buap.mx/acrobat/eugenia1.pdf. [Último acceso: 20 Noviembre 2020].

- [26] Á. M. Neira García, D. L. Peña Orozco y A. Ruiz Grisales, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento,» *Scientia et Technica*, vol. 21, n° 3, 2016.
- [27] D. Gracia Salinas, «Implementación de un método para la distribución física de la planta,» Ciudad universitaria San Nicolás de los Garza N.L., 2001.
- [28] N. Tejada, N. Gisbert y A. Pérez, «Metodología de estudio de tiempo y movimiento,» de *Introducción al GSD*, 3C Empresa, investigación y pensamiento crítico, 2017, pp. 39-49.
- [29] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de Métodos, Movimientos y tiempos*, Colombia: Ecoe Ediciones, 2009.
- [30] Superintendencia de Banca y Seguros (SBS), «Tasas Activas Anuales de las Operaciones en Moneda Nacional Realizadas en los Últimos 30 Días Útiles Por Tipo de Crédito al 20/11/2020,» 20 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=F>. [Último acceso: 20 Noviembre 2020].
- [31] El Tiempo, «La revisión y el mantenimiento: aspectos inaplazables,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/mas-contenido/la-revision-y-el-mantenimiento-aspectos-inaplazables-473336>.
- [32] Orozco, Sergio, «Mantenga su moto full,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.lapatria.com/tenga-en-cuenta/mantenga-su-moto-full-415598>.
- [33] Nieto, Eugenio, «Por qué un buen correctivo ayuda a mejorar el mantenimiento preventivo,» 2020. [En línea]. Available: <https://fidestec.com/blog/mejorar-mantenimiento-preventivo/>.
- [34] Quiñones, Benito Teodoro, «Propuesta de la metodología Kaizen para la mejora de la gestión de mantenimiento en la sede cuatro de una cadena de comida rápida, Lima, 2019,» 2019. [En línea]. Available: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UWIE_d572849d07f3991666bcf8bf6aa58cdf/Details.
- [35] González, Ricardo, Germán, «Diseño de un programa de mantenimiento preventivo sistemático para la MOTO CS125 Italika en el distribuidor PEMCORP SAC,» 2015. [En línea]. Available: http://repositorio.unfels.edu.pe/bitstream/UNTELS/179/1/Gonzales_Ricardo_Trabajo_Suficiencia_2016.pdf.
- [36] Quiroz, Ricky Frei, «Diseño e implementación de métodos de trabajo en el procesos de mantenimiento eléctrico para mejorar la productividad de la empresa Electromecánica Quiroz,» 2018. [En línea]. Available:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14195/Quiroz%20Abanto%20Ricky%20Frei.pdf?sequence=1&isAllowed>.

- [37] M. A. Cruz, «Análisis y propuesta de mejora para la reducción de los fallos del proceso de mantenimiento preventivo aplicando la metodología Six Sigma - Caso Maquinarias S.A.,» 2018. [En línea]. Available: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13231/Cruz%20Hua%20yhua_Le%20S%20a%20nchez_An%20alisis_propuesta_mejora1.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [38] Collado, M. y Rivera, J., «Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz,» 2018. [En línea]. Available: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3261/1/2018_Collado-Carbajal.pdf.
- [39] Y. M. Gonzales, «Aplicación de la mejora continua para incrementar la productividad en el servicio de mantenimiento de equipos en la Empresa Corporación de Ingeniería Arnao S.A., Cercado de Lima, 2017,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10905>.
- [40] R. C. Tanta, «Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo aplicado a los vehículos hyundai accent, en la empresa autotan ingeniería E.I.R.L., distrito de Ate-Vitarte, ciudad,» 2017. [En línea]. Available: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XSLk1Qmn0qYJ:repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/953/1/Ricardo%20Tanta_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2017.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe.
- [41] Márquez, Rafael Vicente, «Mejora de los procedimientos del mantenimiento preventivo para la reducción del costo de intervención en gruas y descortezadoras,» 2016. [En línea]. Available: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2436/2/Resumen_Marquez_Mejora_de_los_procedimientos_del_mantenimiento.pdf.
- [42] Torres, Arnold Jhonattan, «Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L. Cajamarca para aumentar el nivel de productividad,» 2016. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7120/Torres%20V%20a%20squez%20Arnold%20Jhonattan%20Tesis%20parcial%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [43] Aguirre, Ricardo y Carlos , «Gestión del mantenimiento mediante six sigma para la optimización de la productividad de las maquinarias y equipos diversos de la empresa REMAP S.A.C.- Lima,» 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1485/TESIS%20GESTI%C3%9>

3N%20DEL%20MANTENIMIENTO%20MEDIANTE%20SIX%20SIGMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- [44] Niebel, Benjamín W y Freiv, Andris, «Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo,» 2009. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa_Industrial_12ma_Niebel_y_Freivalds.
- [45] Everett, E. y et al. , «Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento,» 1991. [En línea]. Available: https://books.google.com.pe/books?id=FI1wYyoz8-oC&printsec=frontcover&source=gbs_ViewAPI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- [46] Kanaway, George, «Introducción al estudio del trabajo,» 1998. [En línea]. Available: <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-0it.pdf>.
- [47] Arango, Martin Darío, «Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/rjum/v14n27/v14n27a14.pdf>.
- [48] Walton, Mary, «El método Deming en la práctica.,» 2004. [En línea]. Available: México Editorial Norma.
- [49] W. Lareau, «Office Kaizen: Cómo Controlar y Reducir Los Costes de Gestión en la Empresa.,» 2003. [En línea]. Available: Madrid FC Editorial.
- [50] J. M. Cortés, « Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo,» 2007. [En línea]. Available: Madrid Editorial Tebar.
- [51] El Heraldo, «Cuidado y mantenimiento preventivo de la motocicleta,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.elheraldo.hn/suplementos/motores/970471-466/cuidado-y-mantenimiento-preventivo-de-las-motocicleta>.
- [52] N. y. F. G. Gaither, «Administración de producción y operaciones,» 2000. [En línea]. Available: https://apuntesutnpilar.files.wordpress.com/2012/09/administracion__de_produccion_y_operaciones.pdf.
- [53] Publimotos, «Publimotos,» 28 abril 2020. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3i9ebQ6>.
- [54] J. E. Gutiérrez Ascó, I. E. Izaguirre Villanueva y L. M. Villar Tiravanti, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el proceso de lavado de envases de agua de mesa en la empresa Q´SED, Chimbote –2016,» *INGnosis*, vol. 2, n° 2, pp. 355-365, 26 octubre 2016.
- [55] «Capitulo 2: Productividad y competitividad,» de *Adminstración de las operaciones*, s.c., s.a..

- [56] J. Almería Domínguez, M. Calabuig Valor, F. Á. Campoy Brotons, L. Castellano Lendínez, V. Gisbert Soler, A. M. Kou-Vah Laurent, E. Pérez Bernabéu, A. I. Pérez Molina, B. Pons Vidal, S. Rojas Lema y M. T. San Antonio Ignoto, Cuadernos de investigación aplicada, Alicante, 2018.

VII. ANEXOS

Anexo A: Precio del servicio de mantenimiento preventivo en la empresa Tecnomoto Cix E.I.R.L.

PRECIO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
MARCA	MODELO	CILINDRADA	SISTEMA	PRECIO	N° MOTOS QUE REALIZARON EL SERVICIO	INGRESOS
BAJAJ	PULSAR	135	CARBURADA	S/ 25 00	1 076	S/ 26 900,00
BAJAJ	PULSAR	135	INYECTADA	S/ 25 00	1 095	S/ 27 375,00
BAJAJ	PULSAR NS	200	CARBURADA	S/ 35 00	640	S/ 22 400,00
BAJAJ	PULSAR CLASICA	150	CARBURADA	S/ 25 00	796	S/ 19 900,00
BAJAJ	CB BOXER	150	CARBURADA	S/ 25 00	804	S/ 20 100,00
BAJAJ	CB BOXER	150	INYECTADA	S/ 25 00	806	S/ 20 150,00
BAJAJ	PULSAR CLASICA	150	INYECTADA	S/ 25 00	773	S/ 19 325,00
BAJAJ	PULSAR	180	CARBURADA	S/ 25 00	517	S/ 12 925,00
BAJAJ	PULSAR NS	150	INYECTADA	S/ 35 00	502	S/ 17 570,00
BAJAJ	PULSAR	180	CARBURADA	S/ 25 00	811	S/ 20 275,00
BAJAJ	PULSAR AS	150	CARBURADA	S/ 35 00	434	S/ 15 190,00
BAJAJ	PULSAR RS	200	INYECTADA	S/ 50 00	466	S/ 23 300,00
BAJAJ	PULSAR NS 160FI	160	INYECTADA	S/ 50 00	464	S/ 23 200,00
BAJAJ	PULSAR NS 200FI	200	INYECTADA	S/ 50 00	451	S/ 22 550,00
BAJAJ	DOMINAR	400	INYECTADA	S/ 80 00	166	S/ 13 280,00
		TOTAL			9 801	S/ 304 440 00

Anexo B: Cálculos de tiempos promedio de las actividades

Técnico 01:

En la tabla 60 se muestran los datos obtenidos de las observaciones preliminares tomadas respecto al servicio de mantenimiento preventivo realizado por el técnico 01.

Tabla 70. Observaciones preliminares del servicio de mantenimiento por el técnico 01

Proceso	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (seg)
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	33	33	34	38	32	35	33	38	38	35	35
A	Encender el motor	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
A	Inspeccionar el sonido del motor	20	22	20	20	20	20	20	20	21	21	20
A	Apagar el motor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
B	Traslado del operario hacia la mesa de herramientas	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
B	Seleccionar las herramienta y materiales para el desmontaje	24	25	24	21	22	25	24	22	24	23	23
C	Colocar las herramientas y materiales en una bandeja	5	5	5	5	5	6	5	5	6	6	5
C	Traslado del operario hacia la moto.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	53	53	52	52	55	53	51	50	52	54	52
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	27	26	24	26	26	23	24	27	26	27	25
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	124	12	12	12	13						126
B	Trasladar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4
C	Traslado del operario hacia la moto.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	174	17	18	17	17						178
			0	5	9	9						

C	Trasladar el tanque de la moto al piso	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
A	Proceder elevar moto (Sistema neumático)	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	14	12	12	12	14	12	14	12	14	14	13
D	Desajustar las tuercas	24	23	24	23	24	25	25	22	25	23	24
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	Retirar el carburador	30	30	34	33	33	30	34	30	34	29	32
D	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Traslado del operario hacia la moto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	64	67	64	66	65	64	65	64	64	60	64
E	Retirar el filtro de aire	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	8	8	10	9	8	8	9	8	8	9	9
E	Transladar el filtro de aire a la mesa de trabajo	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	6	6	7	6	6	6	6	6	6	7	6
F	Seleccionar las herramientas para la calibración de las válvulas	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7
F	Traslado del operario hacia la moto	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
F	Retirar la manguera del respirador del motor	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
G	Desajustar y retirar las bujías	73	75	80	78	75	80	79	79	75	79	78
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	101	97	98	97	99	10	99	10	10	10	100
							0		2	7	2	
F	Tomar el punto muerto superior	55	52	57	55	53	57	53	56	54	55	55
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	56	53	57	57	53	57	52	55	57	52	55
F	Calibrar las válvulas	75	72	72	73	70	74	72	80	75	73	73
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	96	97	90	98	95	97	98	95	97	99	96
F	Transladar el operario a la mesa de trabajo (llevar las bujías)	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3
D	Limpiar con gasolina la superficie del carburador	57	53	57	57	52	55	53	55	57	55	55

D	Desarmar el carburador	37	35	38	39	37	37	38	37	37	37	37
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	8	8	7	7	8	7	7	7	8	8	7
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	590	64	59	62	59						614
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	41	41	39	38	41	38	37	37	38	41	39
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	74	74	70	72	72	73	79	72	75	73	73
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Sopletear el filtro de aire	15	17	17	18	15	15	15	15	16	15	16
F	Transladar el filtro de aire y el carburador hacia la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
E	Colocar el filtro de aire	6	6	7	6	7	6	6	6	6	6	6
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	55	57	58	56	50	58	55	56	56	58	56
D	Colocar el carburador	38	35	40	35	35	38	36	35	37	38	37
D	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	15	15	14	15	14	14	15	15	14	16	15
D	Ajustar las tuercas de conexión con el motor	18	18	18	18	16	18	18	17	18	19	18
H	Traer recipiente para el aceite usado	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
H	Desajustar y retirar la tapa del filtro de aceite	10	9	9	10	10	9	10	9	10	10	10
H	Retirar filtro de aceite usado	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
G	Coguer las bujias	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
G	Limpiar las bujias	55	56	50	59	55	58	60	58	56	59	57
G	Calibrar las bujias	65	64	65	63	65	63	65	62	69	63	64
G	Traslado de operario a la moto	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
G	Colocar y ajustar las bujias	76	77	70	76	75	74	75	77	78	74	75

I	Seleccionar las herramienta y materiales para el mantenimiento de los frenos	19	20	18	20	20	16	20	18	18	17	19
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	19	19	19	20	18	17	19	18	19	19
I	Retirar la varilla de fijación	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	14	12	15	12	12	14	13	12	14	14	13
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	10	10	12	10	10	12	11	10	11	11
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	14	12	14	14	13	14	13	12	15	15	14
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	10	11	10	10	10	10	10	10	10	11	10
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	13	12	15	15	12	15	14	13	12	15	14
I	Desajustar y retirar la porta bandas	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	10	10	11	10	10	12	11	10	10	12	11
I	Lijar las bandas de freno	14	14	13	15	15	14	12	13	15	12	14
I	Limpiar el tambor	11	11	11	12	11	11	11	12	13	11	11
I	Colocar la porta bandas en el tambor	9	9	9	9	8	9	9	8	9	9	9
I	Colocar la llanta y cadena por completo	13	14	15	12	15	14	13	13	13	14	14
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	16	14	14	18	17	15	16	15	15	16	16
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	15	14	15	15	15	14	15	17	15	14	15
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	14	15	13	12	15	13	12	14	15	13	14
I	Colocar la varilla de fijación	12	14	15	15	15	14	12	14	15	13	14
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	19	16	18	16	16	19	19	18	16	16	17
I	Ajustar tension de la cadena	19	16	19	18	16	19	19	19	16	19	18
I	Inspeccionar el eje alineado	18	18	18	18	19	18	19	18	18	15	18
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10	11	10	10	10	9	9	9	10	9	10
I	Desjustar y retirar el caliper	24	22	26	26	25	25	23	22	24	25	24
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	17	14	15	15	17	16	17	15	15	13	15

I	Lijar las pastillas	25	25	26	26	27	26	27	26	27	24	26
I	Colocar y ajustar el caliper	28	27	28	28	25	24	25	26	26	26	26
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	10	9	9	10	9	9	9	10	10	9	9
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	39	41	38	41	41	40	40	37	41	37	40
J	Inspeccionar la manilla de embrague	41	39	42	40	38	40	42	38	40	41	40
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	42	45	43	45	44	44	45	44	43	48	45
K	Traer lubricante para cadena y el Barometro de la mesa de trabajo	5	6	5	6	5	5	6	6	6	6	6
K	Lubricar la cadena	49	50	50	49	50	49	50	60	50	50	51
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	52	48	50	48	48	48	51	52	47	48	49
M	Inspeccionar la direccion	50	48	46	49	45	46	47	48	50	48	47
H	Pedir filtro y aceite para el motor	69	68	70	69	67	74	70	67	68	73	70
H	Colocar filtro de aceite nuevo	10	9	9	10	9	11	11	9	10	11	10
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	49	44	47	48	47	45	44	47	47	49	46
H	Retirar recipiente para aceite usado	15	15	15	16	14	14	14	15	14	14	15
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	13	15	12	14	14	15	12	15	14	15	14
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	12	12	15	13	12	13	14	13	14	15	13
H	Vaciar el aceite nuevo	73	73	73	74	75	72	73	75	79	75	74
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	13	12	12	10	12	12	12	13	12	12	12
N	Subir tanque de la moto (que esta en el piso)	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7	7
N	Colocar el tanque de la moto	135	13	13	14	13						136
			7	8	0	0						
N	Ajustar tanque de la moto	24	28	27	25	25	25	25	24	23	24	25
N	Subir asiento de la moto (que esta en el piso)	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5
N	Colocar el asiento de la moto	10	9	10	9	9	10	9	10	10	9	9
N	Ajustar asiento de la moto	17	14	15	15	16	14	17	16	16	16	15
N	Subir las tapas laterales que estan en el piso	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5
N	Colocar y ajustar tapas laterales	57	53	56	55	52	54	53	52	53	52	53
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
Ñ	Encender la moto	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ñ	Inspeccionar las revoluciones del motor en minimo	28	27	25	25	24	25	28	24	25	24	25

Ñ	Retirar moto del área de trabajo	51	52	56	50	57	56	52	50	50	50	53
Ñ	Prueba por operario	136	14	13	13	14						137
			0	5	0	4						
Ñ	Entregar moto a cliente	22	26	24	25	25	25	26	25	26	23	25
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	59	59	59	60	60	59	65	60	59	60	60

Los resultados son verificados en la tabla de Mundel (Tabla 1) para determinar el número de observaciones requeridas, las cuales se muestran en la tabla 61.

Tabla 71. Cálculo del cociente de Mundel del técnico 01

Proceso	Actividades	X max	Xmin	Rmax – Rmin (A)	Rmax + Rmin (B)	A/B	N° observaciones
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	38	32	6	70	0,09	5
A	Encender el motor	5	4	1	9	0,11	8
A	Inspeccionar el sonido del motor	22	20	2	42	0,05	1
A	Apagar el motor	3	3	0	6	0,00	1
B	Traslado del operario hacia la mesa de herramientas	4	3	1	7	0,14	13
B	Seleccionar las herramienta y materiales para el desmontaje	25	21	4	46	0,09	5
C	Colocar las herramientas y materiales en una bandeja	6	5	1	11	0,09	5
C	Traslado del operario hacia la moto.	2	2	0	4	0,00	1
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	55	50	5	105	0,05	1
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	6	5	1	11	0,09	5
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	27	23	4	50	0,08	4
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	6	5	1	11	0,09	5
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	6	5	1	11	0,09	5
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	130	120	10	250	0,04	1
B	Trasladar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13
C	Traslado del operario hacia la moto.	2	2	0	4	0,00	1
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	185	170	15	355	0,04	1
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	6	5	1	11	0,09	5
A	Proceder elevar moto (Sistema neumático)	4	3	1	7	0,14	13
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	14	12	2	26	0,08	4
D	Desajustar las tuercas	25	22	3	47	0,06	2
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	3	1	7	0,14	13
D	Retirar el carburador	34	29	5	63	0,08	4

D	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13
E	Traslado del operario hacia la moto	4	4	0	8	0,00	1
E	Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	67	60	7	127	0,06	2
E	Retirar el filtro de aire	7	6	1	13	0,08	4
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	10	8	2	18	0,11	8
E	Transladar el filtro de aire a la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	7	6	1	13	0,08	4
F	Seleccionar las herramientas para la calibracion de las válvulas	8	7	1	15	0,07	3
F	Traslado del operario hacia la moto	5	4	1	9	0,11	8
F	Retirar la manguera del respirador del motor	5	4	1	9	0,11	8
G	Desajustar y retirar las bujias	80	73	7	153	0,05	1
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	107	97	10	204	0,05	1
F	Tomar el punto muerto superior	57	52	5	109	0,05	1
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	57	52	5	109	0,05	1
F	Calibrar las válvulas	80	70	10	150	0,07	3
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	99	90	9	189	0,05	1
F	Transladar el operario a la mesa de trabajo (llevar las bujias)	4	3	1	7	0,14	13
D	Limpiar con gasolina la superficie del carburador	57	52	5	109	0,05	1
D	Desarmar el carburador	39	35	4	74	0,05	1
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	8	7	1	15	0,07	3
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	640	590	50	1230	0,04	1
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	41	37	4	78	0,05	1
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	79	70	9	149	0,06	2
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	4	3	1	7	0,14	13
E	Sopletear el filtro de aire	18	15	3	33	0,09	5
F	Transladar el filtro de aire y el carburador hacia la moto	4	3	1	7	0,14	13

E	Colocar el filtro de aire	7	6	1	13	0,08	4
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	58	50	8	108	0,07	3
D	Colocar el carburador	40	35	5	75	0,07	3
D	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	16	14	2	30	0,07	3
D	Ajustar las tuercas de conexión con el motor	19	16	3	35	0,09	5
H	Traer recipiente para el aceite usado	9	8	1	17	0,06	2
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	3	1	7	0,14	13
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	5	4	1	9	0,11	8
H	Desajustar y retirar la tapa del filtro de aceite	10	9	1	19	0,05	1
H	Retirar filtro de aceite usado	5	4	1	9	0,11	8
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	5	4	1	9	0,11	8
G	Coger las bujías	5	4	1	9	0,11	8
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5	4	1	9	0,11	8
G	Limpiar las bujías	60	50	10	110	0,09	5
G	Calibrar las bujías	69	62	7	131	0,05	1
G	Traslado de operario a la moto	5	4	1	9	0,11	8
G	Colocar y ajustar las bujías	78	70	8	148	0,05	1
I	Seleccionar las herramienta y materiales para el mantenimiento de los frenos	20	16	4	36	0,11	8
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	17	3	37	0,08	4
I	Retirar la varilla de fijación	7	6	1	13	0,08	4
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	15	12	3	27	0,11	8
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	12	10	2	22	0,09	5
I	Desajustar tornillos de la tensión de la cadena	15	12	3	27	0,11	8
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	11	10	1	21	0,05	1
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	15	12	3	27	0,11	8
I	Desajustar y retirar la porta bandas	5	4	1	9	0,11	8
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	12	10	2	22	0,09	5

I	Lijar las bandas de freno	15	12	3	27	0,11	8
I	Limpiar el tambor	13	11	2	24	0,08	4
I	Colocar la porta bandas en el tambor	9	8	1	17	0,06	2
I	Colocar la llanta y cadena por completo	15	12	3	27	0,11	8
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	18	14	4	32	0,13	11
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	17	14	3	31	0,10	7
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	15	12	3	27	0,11	8
I	Colocar la varilla de fijación	15	12	3	27	0,11	8
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	19	16	3	35	0,09	5
I	Ajustar tension de la cadena	19	16	3	35	0,09	5
I	Inspeccionar el eje alineado	19	15	4	34	0,12	10
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	9	2	20	0,10	7
I	Desjustar y retirar el caliper	26	22	4	48	0,08	4
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	17	13	4	30	0,13	11
I	Lijar las pastillas	27	24	3	51	0,06	2
I	Colocar y ajustar el caliper	28	24	4	52	0,08	4
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	10	9	1	19	0,05	1
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	41	37	4	78	0,05	1
J	Inspeccionar la manilla de embrague	42	38	4	80	0,05	1
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	48	42	6	90	0,07	3
K	Traer lubricante para cadena y el Barometro de la mesa de trabajo	6	5	1	11	0,09	5
K	Lubricar la cadena	60	49	11	109	0,10	7
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	52	47	5	99	0,05	1
M	Inspeccionar la direccion	50	45	5	95	0,05	1
H	Pedir filtro y aceite para el motor	74	67	7	141	0,05	1
H	Colocar filtro de aceite nuevo	11	9	2	20	0,10	7
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	49	44	5	93	0,05	1
H	Retirar recipiente para aceite usado	16	14	2	30	0,07	3

H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	15	12	3	27	0,11	8
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	15	12	3	27	0,11	8
H	Vaciar el aceite nuevo	79	72	7	151	0,05	1
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	13	10	3	23	0,13	11
N	Subir tanque de la moto (que esta en el piso)	8	7	1	15	0,07	3
N	Colocar el tanque de la moto	140	130	10	270	0,04	1
N	Ajustar tanque de la moto	28	23	5	51	0,10	7
N	Subir asiento de la moto (que esta en el piso)	6	5	1	11	0,09	5
N	Colocar el asiento de la moto	10	9	1	19	0,05	1
N	Ajustar asiento de la moto	17	14	3	31	0,10	7
N	Subir las tapas laterales que estan en el piso	6	5	1	11	0,09	5
N	Colocar y ajustar tapas laterales	57	52	5	109	0,05	1
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	5	4	1	9	0,11	8
Ñ	Encender la moto	4	3	1	7	0,14	13
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	28	24	4	52	0,08	4
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	57	50	7	107	0,07	3
Ñ	Prueba por operario	144	130	14	274	0,05	1
Ñ	Entregar moto a cliente	26	22	4	48	0,08	4
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	65	59	6	124	0,05	1

Luego de haber determinado el número de observaciones requeridas, se procede a realizar las observaciones indicadas, los resultados se muestran en la tabla 62.

Tabla 72. Tiempo promedio de las actividades del servicio de mantenimiento por el técnico 01

Proceso	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Promedio (seg)
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	33	33	34	38	32									34
A	Encender el motor	4	4	4	4	4	4	4	4						4
A	Inspeccionar el sonido del motor	20													20
A	Apagar el motor	3													3
B	Traslado del operario hacia la mesa de herramientas	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3
B	Seleccionar las herramienta y materiales para el desmontaje	24	25	24	21	22									23
C	Colocar las herramientas y materiales en una bandeja	5	5	5	5	5									5
C	Traslado del operario hacia la moto.	2													2
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	53													53
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	5	5	5	6	5									5
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	27	26	24	26										26
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	6	6	5	6	6									6
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	6	5	5	5	6									5
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	12													124
B	Transladar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4
C	Traslado del operario hacia la moto.	2													2
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	17													174
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	6	5	6	6	6									6
A	Proceder elevar moto (Sistema neumático)	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	14	12	12	12										13
D	Desajustar las tuercas	24	23												24
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3

Técnico 02:

En la tabla 63 se muestran los datos obtenidos de las observaciones preliminares tomadas respecto al servicio de mantenimiento preventivo realizado por el técnico 02.

Tabla 73. Observaciones preliminares del servicio de mantenimiento por el técnico 02

Proceso	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (seg)
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	38	39	36	39	33	39	36	34	33	33	36
A	Encender el motor	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4
A	Inspeccionar el sonido del motor	24	19	23	19	20	23	23	23	20	20	21
A	Apagar el motor	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3
C	Traer llave de la mesa de trabajo	9	10	9	10	9	10	9	10	9	9	9
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	54	53	54	52	56	51	55	54	54	54	54
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5
C	Traer llave de la mesa de trabajo	10	10	11	10	11	11	10	10	11	10	10
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	23	22	23	22	24	24	25	21	25	22	23
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8	8
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	13	13	13	13	13						131
		1	2	1	2	1						
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	7	7	8	8	8	7	7	7	8	7	7
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	18	18	18	18	18						188
		8	8	6	9	7						
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8
A	Elevar moto (Sistema neumático)	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3
D	Traer llave de la mesa de trabajo	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	21	21	21	22	22	23	21	21	22	21	22
D	Traer llave de la mesa de trabajo	9	9	9	9	10	9	9	9	9	9	9
D	Desajustar las tuercas	26	26	26	23	24	27	24	27	24	26	25

D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
D	Retirar el carburador	46	46	44	47	43	46	45	44	45	44	45
D	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
E	Traslado del operario a la moto	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3
E	Traer llave de la mesa de trabajo	8	8	8	7	7	7	8	7	8	7	8
E	Desajustar con las tuercas de la tapa del filtro de aire	63	67	67	66	69	66	67	68	69	68	67
E	Retirar el filtro de aire	5	5	5	6	5	5	5	5	5	6	5
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	8	9	9	9	9	9	10	10	9	9	9
E	Transladar filtro de aire a la mesa de trabajo	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	5	5	6	5	5	6	6	5	5	5	5
F	Traslado del operario a la moto	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3
F	Retirar la manguera del respirador del motor	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5
F	Traer llave de la mesa de trabajo	9	9	9	8	8	8	9	9	9	9	9
G	Desajustar y retirar las bujias	83	83	83	84	83	84	85	83	85	85	84
F	Traer llave de la mesa de trabajo	10	10	8	9	9	8	8	9	9	8	9
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	91	93	93	91	94	93	91	92	94	93	93
F	Transladar la tapa válvula a la mesa de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	Traslado del operador a la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	Traer llave de la mesa de trabajo	11	10	10	11	10	11	11	11	11	10	11
F	Tomar el punto muerto superior	62	64	65	63	64	65	64	63	63	64	64
F	Traer calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	10	9	11	10	11	11	10	9	11	9	10
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	55	54	56	55	56	54	58	58	55	56	56
F	Calibrar las válvulas	87	86	87	87	86	86	87	85	86	87	86
F	Traer llave de la mesa de trabajo	9	11	9	11	10	10	11	11	10	9	10
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	107
		6	7	6	7	8	7	5	8	8	5	
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10	10	9	10	10	10	10	11	9	9	10
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	17	19	17	20	21	17	17	20	18	21	19

I	Retirar la varilla de fijación	7	7	6	8	6	6	6	6	8	8	7
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	9	10	9	9	11	10	10	9	11	9	10
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	9	11	10	11	9	9	9	9	9	11	10
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	13	14	13	14	13	13	14	13	14	12	13
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	13	11	13	12	11	12	12	11	12	13	12
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	14	14	14	13	14	12	14	12	14	13	13
I	Desajustar y retirar la porta bandas	5	6	5	6	5	6	6	5	6	6	6
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	15	17	17	17	15	16	15	16	16	16	16
I	Traer lija de la mesa de trabajo	7	9	8	8	7	7	7	8	9	8	8
I	Lijar las bandas de freno	13	13	13	13	12	13	12	14	14	14	13
I	Limpiar el tambor	12	13	11	12	13	11	11	12	11	12	12
I	Colocar la porta bandas en el tambor	9	9	8	8	8	9	8	8	7	9	8
I	Colocar la llanta y cadena por completo	22	21	23	23	21	23	22	21	21	23	22
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	13	14	15	13	13	14	13	15	15	15	14
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	11	9	9	11	11	10	9	11	9	10
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	13	12	12	13	14	12	14	12	14	12	13
I	Colocar la varilla de fijación	14	14	15	15	15	13	14	15	13	15	14
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	19	20	19	19	19	19	21	21	20	20	20
I	Traer llave de la mesa de trabajo	8	10	10	8	10	9	9	10	8	9	9
I	Ajustar tension de la cadena	17	17	18	18	16	18	16	18	18	18	17
I	Inspeccionar el eje alineado	22	21	22	23	23	23	23	21	21	21	22
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	11	13	12	13	11	12	12	12	11	12
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10	10	11	11	10	10	9	11	10	10	10
I	Desjustar y retirar el caliper	26	27	27	27	25	27	27	26	25	27	26
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	17	16	16	17	16	17	16	16	17	15	16
I	Lijar las pastillas	18	20	18	19	19	19	20	19	19	19	19
I	Colocar y ajustar el caliper	17	17	19	19	19	17	18	17	17	18	18

I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	15	14	14	14	14	15	15	15	15	13	14
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	45	47	46	46	46	47	45	45	45	47	46
J	Inspeccionar la manilla de embrague	43	44	44	42	43	42	42	43	43	44	43
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	46	45	44	45	44	46	45	46	44	46	45
E	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	74	75	76	74	74	76	74	74	75	75	75
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E	Sopletear el filtro de aire	19	20	20	18	19	18	20	19	20	19	19
E	Trasladar el filtro de aire a la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Colocar el filtro de aire	6	6	7	6	7	7	7	7	7	8	7
E	Traer llave de la mesa de trabajo	11	11	10	12	10	12	11	10	11	10	11
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	60	62	62	60	61	60	60	62	62	60	61
D	Traslado del operario a la mesa de trabajo	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4
D	Limpiar con gasolina la superficie del carburador	59	60	59	61	59	59	61	59	59	60	60
D	Desarmar el carburador	44	44	43	44	44	44	45	43	43	45	44
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	7	7	6	6	7	8	8	6	7	7	7
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	59	59	59	59	59	59					597
		6	7	6	8	8	6					
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	45	46	45	46	47	46	47	47	45	46	46
D	Traslado del carburador a la moto	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	Colocar el carburador	67	66	65	67	65	65	67	67	65	66	66
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	6	6	7	7	6	6	8	6	8	8	7
D	Traer llave de la mesa de trabajo	10	11	12	12	10	12	10	10	12	10	11
D	Ajustar las tuercas de coneccion hacia el motor	21	21	23	23	21	22	23	22	23	22	22
D	Ajustar la abrazadera de conección del punto de aire	20	21	20	22	22	20	21	21	21	21	21
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3
G	Coguer las bujias	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	6	7	7	7	6	7	6	6	6	7	7
G	Limpiar las bujias	58	58	57	57	57	59	57	57	59	58	58

G	Calibrar las bujias	64	64	63	62	64	64	63	62	63	62	63
G	Traer llave de la mesa de trabajo	13	13	14	13	13	14	13	13	13	12	13
G	Colocar y ajustar las bujias	77	76	77	77	78	78	76	76	77	78	77
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	8	9	9	8	7	9	7	9	7	9	8
K	Lubricar la cadena	50	49	49	49	50	51	49	49	49	51	50
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	8	7	6	6	8	8	8	7	6	8	7
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	45	46	44	44	44	45	45	46	44	46	45
M	Inspeccionar la direccion	59	59	61	59	60	60	59	60	61	60	60
H	Traer recipiente para el aceite usado	6	7	8	8	7	8	6	6	7	6	7
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4
H	Desajustar y retirar la tapa del filto de aceite	17	16	17	16	16	17	17	16	15	15	16
H	Retirar filtro de aceite usado	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5
H	Pedir filtro y aceite para el motor	71	69	70	71	69	71	71	70	71	70	70
H	Esperar que drene todo el aceite usado	19	19	19	19	19						196
		6	7	6	7	5						
H	Colocar filtro de aceite nuevo	11	9	11	11	11	11	9	9	10	11	10
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	51	50	49	49	50	49	50	51	51	49	50
H	Retirar recipiente para aceite usado	11	10	12	11	12	12	11	12	11	11	11
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	9	8	8	9	8	8	9	9	10	9	9
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	10	12	12	10	10	11	10	10	12	11	11
H	Vaciar el aceite nuevo	74	74	75	75	74	74	75	76	74	75	75
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	10	10	11	11	9	9	10	11	9	10	10
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	6	6	7	6	6	7	8	8	6	8	7
N	Colocar el tanque de la moto	16	16	16	16	16						161
		0	1	0	2	0						
N	Traer llave de la mesa de trabajo	8	9	8	8	8	9	9	8	8	9	8
N	Ajustar tanque de la moto	23	22	23	22	22	23	22	24	24	24	23
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4
N	Colocar el asiento de la moto	13	15	13	15	15	14	15	13	14	13	14
N	Traer llave de la mesa de trabajo	9	7	9	8	7	7	9	9	9	8	8

N	Ajustar asiento de la moto	17	17	18	17	18	16	18	17	16	18	17
N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
N	Colocar y ajustar tapas laterales	57	59	58	59	59	59	58	59	59	57	58
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ñ	Encender la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	27	27	26	28	27	26	26	26	27	27	27
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	50	49	51	51	50	51	51	49	51	51	50
Ñ	Prueba por operario	14	14	14	14	14						144
		3	3	3	5	5						
Ñ	Entregar moto a cliente	26	26	28	28	26	28	28	26	27	28	27
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	73	73	72	72	71	72	71	73	73	71	72

Los resultados son verificados en la tabla de Mundel (Tabla 1) para determinar el número de observaciones requeridas, las cuales se muestran en la tabla 64.

Tabla 74. Cálculo del cociente de Mundel del técnico 02

Proceso	Actividades	X max	Xmi n	Rmax- Rmin (A)	Rmax+ Rmin (B)	A/B	N° observaciones
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	39	33	6	72	0,08	4
A	Encender el motor	5	4	1	9	0,11	8
A	Inspeccionar el sonido del motor	24	19	5	43	0,12	10
A	Apagar el motor	4	3	1	7	0,14	13
C	Traer llave de la mesa de trabajo	10	9	1	19	0,05	1
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	56	51	5	107	0,05	1
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	6	5	1	11	0,09	5
C	Traer llave de la mesa de trabajo	11	10	1	21	0,05	1
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	25	21	4	46	0,09	5
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	6	5	1	11	0,09	5
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	9	8	1	17	0,06	2
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	132	131	1	263	0,00	1
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	8	7	1	15	0,07	3
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	189	186	3	375	0,01	1
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	9	8	1	17	0,06	2
A	Elevar moto (Sistema neumático)	4	3	1	7	0,14	13
D	Traer llave de la mesa de trabajo	7	6	1	13	0,08	4
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	23	21	2	44	0,05	1
D	Traer llave de la mesa de trabajo	10	9	1	19	0,05	1
D	Desajustar las tuercas	27	23	4	50	0,08	4
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	3	1	7	0,14	13
D	Retirar el carburador	47	43	4	90	0,04	1
D	Trasladar el carburador a la mesa de trabajo	5	4	1	9	0,11	8
E	Traslado del operario a la moto	4	3	1	7	0,14	13
E	Traer llave de la mesa de trabajo	8	7	1	15	0,07	3
E	Desajustar con las tuercas de la tapa del filtro de aire	69	63	6	132	0,05	1
E	Retirar el filtro de aire	6	5	1	11	0,09	5

E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	10	8	2	18	0,11	8
E	Transladar filtro de aire a la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	6	5	1	11	0,09	5
F	Translado del operario a la moto	4	3	1	7	0,14	13
F	Retirar la manguera del respirador del motor	5	4	1	9	0,11	8
F	Traer llave de la mesa de trabajo	9	8	1	17	0,06	2
G	Desajustar y retirar las bujias	85	83	2	168	0,01	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	10	8	2	18	0,11	8
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	94	91	3	185	0,02	1
F	Transladar la tapa válvula a la mesa de trabajo	3	3	0	6	0,00	1
F	Translado del operador a la moto	3	3	0	6	0,00	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	11	10	1	21	0,05	1
F	Tomar el punto muerto superior	65	62	3	127	0,02	1
F	Traer calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,10	7
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	58	54	4	112	0,04	1
F	Calibrar las válvulas	87	85	2	172	0,01	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,10	7
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	108	105	3	213	0,01	1
I	Traer llave de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,10	7
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	21	17	4	38	0,11	8
I	Retirar la varilla de fijación	8	6	2	14	0,14	13
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	11	9	2	20	0,10	7
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	9	2	20	0,10	7
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	14	12	2	26	0,08	4
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	13	11	2	24	0,08	4
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	14	12	2	26	0,08	4
I	Desajustar y retirar la porta bandas	6	5	1	11	0,09	5
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	17	15	2	32	0,06	2
I	Traer lija de la mesa de trabajo	9	7	2	16	0,13	11
I	Lijar las bandas de freno	14	12	2	26	0,08	4
I	Limpiar el tambor	13	11	2	24	0,08	4

I	Colocar la porta bandas en el tambor	9	7	2	16	0,13	11
I	Colocar la llanta y cadena por completo	23	21	2	44	0,05	1
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	15	13	2	28	0,07	3
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	9	2	20	0,10	7
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	14	12	2	26	0,08	4
I	Colocar la varilla de fijación	15	13	2	28	0,07	3
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	21	19	2	40	0,05	1
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10	8	2	18	0,11	8
I	Ajustar tension de la cadena	18	16	2	34	0,06	2
I	Inspeccionar el eje alineado	23	21	2	44	0,05	1
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	13	11	2	24	0,08	4
I	Traer llave de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,10	7
I	Desjustar y retirar el caliper	27	25	2	52	0,04	1
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	17	15	2	32	0,06	2
I	Lijar las pastillas	20	18	2	38	0,05	1
I	Colocar y ajustar el caliper	19	17	2	36	0,06	2
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	15	13	2	28	0,07	3
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	47	45	2	92	0,02	1
J	Inspeccionar la manilla de embrague	44	42	2	86	0,02	1
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	46	44	2	90	0,02	1
E	Traslado del operario a la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	76	74	2	150	0,01	1
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	5	4	1	9	0,11	8
E	Sopletear el filtro de aire	20	18	2	38	0,05	1
E	Trasladar el filtro de aire a la moto	3	3	0	6	0,00	1
E	Colocar el filtro de aire	8	6	2	14	0,14	13
E	Traer llave de la mesa de trabajo	12	10	2	22	0,09	5
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	62	60	2	122	0,02	1
D	Traslado del operario a la mesa de trabajo	5	4	1	9	0,11	8
D	Limpiar con gasolina la superficie del carburador	61	59	2	120	0,02	1
D	Desarmar el carburador	45	43	2	88	0,02	1
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	8	6	2	14	0,14	13

D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	598	596	2	1194	0,00	1
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	47	45	2	92	0,02	1
D	Traslado del carburador a la moto	4	3	1	7	0,14	13
D	Colocar el carburador	67	65	2	132	0,02	1
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	8	6	2	14	0,14	13
D	Traer llave de la mesa de trabajo	12	10	2	22	0,09	5
D	Ajustar las tuercas de coneccion hacia el motor	23	21	2	44	0,05	1
D	Ajustar la abrazadera de conección del punto de aire	22	20	2	42	0,05	1
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13
G	Coguer las bujias	2	2	0	4	0,00	1
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	7	6	1	13	0,08	4
G	Limpiar las bujias	59	57	2	116	0,02	1
G	Calibrar las bujias	64	62	2	126	0,02	1
G	Traer llave de la mesa de trabajo	14	12	2	26	0,08	4
G	Colocar y ajustar las bujias	78	76	2	154	0,01	1
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	9	7	2	16	0,13	11
K	Lubricar la cadena	51	49	2	100	0,02	1
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	46	44	2	90	0,02	1
M	Inspeccionar la direccion	61	59	2	120	0,02	1
H	Traer recipiente para el aceite usado	8	6	2	14	0,14	13
H	Colocar recipiente para aceite usado	5	4	1	9	0,11	8
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	5	4	1	9	0,11	8
H	Desajustar y retirar la tapa del filto de aceite	17	15	2	32	0,06	2
H	Retirar filtro de aceite usado	5	4	1	9	0,11	8
H	Pedir filtro y aceite para el motor	71	69	2	140	0,01	1
H	Esperar que drene todo el aceite usado	197	195	2	392	0,01	1
H	Colocar filtro de aceite nuevo	11	9	2	20	0,10	7
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	51	49	2	100	0,02	1
H	Retirar recipiente para aceite usado	12	10	2	22	0,09	5
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	10	8	2	18	0,11	8
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	12	10	2	22	0,09	5

H	Vaciar el aceite nuevo	76	74	2	150	0,01	1
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	11	9	2	20	0,10	7
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	8	6	2	14	0,14	13
N	Colocar el tanque de la moto	162	160	2	322	0,01	1
N	Traer llave de la mesa de trabajo	9	8	1	17	0,06	2
N	Ajustar tanque de la moto	24	22	2	46	0,04	1
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	5	4	1	9	0,11	8
N	Colocar el asiento de la moto	15	13	2	28	0,07	3
N	Traer llave de la mesa de trabajo	9	7	2	16	0,13	11
N	Ajustar asiento de la moto	18	16	2	34	0,06	2
N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	5	4	1	9	0,11	8
N	Colocar y ajustar tapas laterales	59	57	2	116	0,02	1
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	3	3	0	6	0,00	1
Ñ	Encender la moto	3	3	0	6	0,00	1
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	28	26	2	54	0,04	1
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	51	49	2	100	0,02	1
Ñ	Prueba por operario	145	143	2	288	0,01	1
Ñ	Entregar moto a cliente	28	26	2	54	0,04	1
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	73	71	2	144	0,01	1

D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	6	6	7	7	6	6	8	6	8	8	7	8	8	7
D	Traer llave de la mesa de trabajo	10	11	12	12	10									11
D	Ajustar las tuercas de coneccion hacia el motor	21													21
D	Ajustar la abrazadera de conección del punto de aire	20													20
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3
G	Coguer las bujias	2													2
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	6	7	7	7										7
G	Limpiar las bujias	58													58
G	Calibrar las bujias	64													64
G	Traer llave de la mesa de trabajo	13	13	14	13										13
G	Colocar y ajustar las bujias	77													77
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	8	9	9	8	7	9	7	9	7	9	8			8
K	Lubricar la cadena	50													50
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	8	7	6	6	8	8	8	7	6	8	7	8	8	7
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	45													45
M	Inspeccionar la direccion	59													59
H	Traer recipiente para el aceite usado	6	7	8	8	7	8	6	6	7	6	7	7	7	7
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	4	4	4	4	4	4	5						4
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	4	4	5	5	4	4	5	4						4

Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	27	27
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	50	50
Ñ	Prueba por operario	143	143
Ñ	Entregar moto a cliente	26	26
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	73	73

D	Retirar el carburador	61	60	61	61	61	60	61	60	60	62	61
D	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E	Traslado del operario a la moto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	Traer llave de la mesa de trabajo	13	12	13	12	12	14	13	13	13	14	13
E	Desajustar las tuercas de la tapa del filtro de aire	66	66	66	66	65	65	65	64	66	65	65
E	Retirar el filtro de aire	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	9	8	9	9	7	7	9	8	8	9	8
E	Transladar filtro de aire a la mesa de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	9	9	8	9	8	9	9	7	8	7	8
F	Traslado del operario a la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	Retirar la manguera del respirador del motor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	Traer llave de la mesa de trabajo	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	6
G	Desajustar y retirar las bujias	78	79	77	77	77	77	78	79	78	78	78
F	Traer llave de la mesa de trabajo	7	8	6	8	8	8	7	8	7	7	7
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	99	98	99	10	99	98	98	10	10	10	99
					0				0	0	0	
F	Transladar la tapa válvula a la mesa de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	Traslado del operador a la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	Traer llave de la mesa de trabajo	13	14	14	13	12	14	14	13	14	12	13
F	Tomar el punto muerto superior	66	67	66	66	66	66	65	67	67	67	66
F	Traer calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	10	10	8	8	9	10	9	10	10	10	9
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	64	62	64	63	62	62	63	63	64	64	63
F	Calibrar las válvulas	76	76	76	75	77	76	77	75	77	77	76
F	Traer llave de la mesa de trabajo	13	11	12	11	11	13	13	13	13	11	12
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	99	99	10	99	10	99	10	99	99	10	100
				0		0		1			1	
I	Traer llave de la mesa de trabajo	11	12	11	13	12	12	11	13	11	12	12

I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	20	18	20	19	20	20	20	18	19	19
I	Retirar la varilla de fijación	6	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	15	15	16	16	15	17	17	15	16	17	16
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	13	12	13	13	12	12	14	12	14	12	13
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	13	13	11	13	13	11	12	12	12	12	12
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	10	10	10	11	10	12	12	12	10	10	11
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	18	18	17	18	16	16	18	17	17	17	17
I	Desajustar y retirar la porta bandas	6	6	7	8	6	7	8	6	7	6	7
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	15	16	14	14	16	15	14	16	16	16	15
I	Traer lija de la mesa de trabajo	7	6	6	7	7	6	6	6	7	7	7
I	Lijar las bandas de freno	14	13	15	14	15	14	14	13	15	13	14
I	Limpiar el tambor	10	11	11	9	10	9	11	9	10	9	10
I	Colocar la porta bandas en el tambor	7	7	8	9	9	9	8	9	7	7	8
I	Colocar la llanta y cadena por completo	18	17	19	19	18	17	18	18	18	19	18
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	15	16	14	14	16	15	15	14	15	14	15
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	13	13	14	12	14	14	14	13	14	12	13
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	15	15	13	14	15	13	13	13	14	13	14
I	Colocar la varilla de fijación	11	11	12	13	13	12	13	11	13	12	12
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	13	14	15	14	14	15	13	13	14	13	14
I	Traer llave de la mesa de trabajo	12	12	11	12	10	12	11	10	10	10	11
I	Ajustar tension de la cadena	19	19	18	20	19	19	20	20	18	19	19
I	Inspeccionar el eje alineado	21	21	20	19	20	19	19	20	19	20	20
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	9	10	10	10	9	9	8	10	8	10	9
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10	11	9	11	10	10	9	11	9	10	10
I	Desjustar y retirar el caliper	29	31	29	30	30	31	29	31	31	29	30

I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	15	14	15	16	16	14	16	15	14	14	15
I	Lijar las pastillas	25	23	23	25	25	23	25	25	23	25	24
I	Colocar y ajustar el caliper	27	29	28	29	27	28	27	27	28	27	28
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	14	13	14	15	14	14	14	14	14	15	14
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	55	56	55	55	55	57	57	56	56	56	56
J	Inspeccionar la manilla de embrague	53	51	51	53	53	53	51	51	51	52	52
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	55	56	56	55	54	54	55	54	55	54	55
E	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	87	87	85	86	87	87	86	87	86	85	86
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Sopletear el filtro de aire	19	20	19	19	20	21	20	19	19	19	20
E	Trasladar el filtro de aire a la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Colocar el filtro de aire	7	8	6	7	8	8	6	6	8	8	7
E	Traer llave de la mesa de trabajo	8	8	8	8	8	9	7	9	9	9	8
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	63	63	65	63	64	64	65	63	65	65	64
D	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	Limpiar con gasolina la superficie externa del carburador	59	60	59	59	58	60	60	58	59	59	59
D	Desarmar el carburador	45	43	44	43	45	43	44	43	45	44	44
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	8	7	6	8	7	8	6	7	8	6	7
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	613	61	61	61	61						613
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	48	46	47	47	47	48	47	48	47	46	47
D	Trasladar el carburador a la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	Colocar el carburador	67	66	65	65	66	65	65	67	66	66	66
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	6	7	6	7	7	8	8	8	7	8	7
D	Traer llave de la mesa de trabajo	14	13	12	12	12	14	14	12	14	14	13

D	Ajustar las tuercas	27	26	28	27	27	28	27	26	27	26	27
D	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	23	24	23	22	23	23	23	22	22	22	23
H	Traer recipiente para el aceite usado	12	12	10	11	11	10	10	10	10	12	11
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	5	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6
H	Desajustar y retirar la tapa del filto de aceite	14	12	14	12	12	13	12	12	12	13	13
H	Retirar filtro de aceite usado	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
G	Coguer las bujias	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
G	Limpiar las bujias	58	58	58	59	58	60	59	60	59	60	59
G	Calibrar las bujias	63	63	63	61	61	62	62	61	63	61	62
G	Traer llave de la mesa de trabajo	12	12	13	12	12	14	14	12	13	12	13
G	Colocar y ajustar las bujias	76	78	77	77	77	78	78	76	78	76	77
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	7	8	6	6	7	7	8	8	6	6	7
K	Lubricar la cadena	49	50	51	51	50	51	49	51	51	50	50
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	6	8	6	6	8	7	8	7	7	7	7
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	47	46	48	46	48	47	47	46	46	46	47
M	Inspeccionar la direccion	48	49	50	50	50	50	50	49	49	49	49
H	Pedir filtro y aceite para el motor	72	71	71	71	71	72	71	72	71	72	71
H	Colocar filtro de aceite nuevo	11	10	12	10	10	10	12	11	10	10	11
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	49	50	50	50	50	49	50	50	50	49	50
H	Retirar recipiente para aceite usado	18	17	18	17	16	17	18	16	18	17	17
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	12	13	14	12	13	12	14	12	12	14	13
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	14	14	12	12	14	14	12	13	14	13	13
H	Vaciar el aceite nuevo	66	65	65	65	66	66	64	66	64	64	65
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	11	9	11	10	10	11	9	11	10	11	10
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	9	8	8	9	8	10	10	10	9	10	9
N	Colocar el tanque de la moto	177	17	17	17	17						177
			5	7	7	7						

N	Traer llave de la mesa de trabajo	10	10	11	10	9	11	9	11	9	10	10
N	Ajustar tanque de la moto	28	27	28	27	28	28	26	26	28	26	27
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
N	Colocar el asiento de la moto	9	9	8	8	7	8	9	9	7	8	8
N	Traer llave de la mesa de trabajo	7	8	7	7	7	6	8	7	7	6	7
N	Ajustar asiento de la moto	13	14	13	13	12	13	13	14	14	14	13
N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
N	Colocar y ajustar tapas laterales	51	52	53	51	53	53	53	52	52	51	52
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ñ	Encender la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	27	27	29	27	29	29	27	27	29	27	28
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	48	48	48	47	49	48	48	49	48	48	48
Ñ	Prueba por operario	146	14	14	14	14						146
			6	6	7	7						
Ñ	Entregar moto a cliente	28	27	29	29	29	27	28	29	28	28	28
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	83	84	83	82	82	84	83	84	84	82	83

Los resultados son verificados en la tabla de Mundel (Tabla 1) para determinar el número de observaciones requeridas, las cuales se muestran en la tabla 67.

Tabla 77. Cálculo del cociente de Mundel del técnico 03

Proceso	Actividades	X	Xmin	Rmax-Rmin	Rmax+Rmin	A/B	N°
		max		(A)	(B)		observaciones
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	36	34	2	70	0,03	1
A	Encender el motor	4	4	0	8	0	1
A	Inspeccionar el sonido del motor	28	26	2	54	0,04	1
A	Apagar el motor	3	3	0	6	0	1
C	Traer llave de la mesa de trabajo	12	10	2	22	0,09	5
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	57	55	2	112	0,02	1
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	7	6	1	13	0,08	4
C	Traer llave de la mesa de trabajo	12	10	2	22	0,09	5
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	26	24	2	50	0,04	1
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	6	5	1	11	0,09	5
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	133	131	2	264	0,01	1
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	5	5	0	10	0	1
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	188	186	2	374	0,01	1
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	10	8	2	18	0,11	8
A	Elevar moto (Sistema neumático)	4	4	0	8	0	1
D	Traer llave de la mesa de trabajo	13	11	2	24	0,08	4
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	20	18	2	38	0,05	1
D	Traer llave de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,1	7
D	Desajustar las tuercas	32	30	2	62	0,03	1
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	4	0	8	0	1
D	Retirar el carburador	62	60	2	122	0,02	1

D	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	5	5	0	10	0	1
E	Traslado del operario a la moto	4	4	0	8	0	1
E	Traer llave de la mesa de trabajo	14	12	2	26	0,08	4
E	Desajustar las tuercas de la tapa del filtro de aire	66	64	2	130	0,02	1
E	Retirar el filtro de aire	6	5	1	11	0,09	5
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	3	3	0	6	0	1
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	9	7	2	16	0,13	11
E	Transladar filtro de aire a la mesa de trabajo	3	3	0	6	0	1
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	9	7	2	16	0,13	11
F	Traslado del operario a la moto	3	3	0	6	0	1
F	Retirar la manguera del respirador del motor	3	3	0	6	0	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	7	6	1	13	0,08	4
G	Desajustar y retirar las bujias	79	77	2	156	0,01	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	100	98	2	198	0,01	1
F	Transladar la tapa válvula a la mesa de trabajo	3	3	0	6	0	1
F	Traslado del operario a la moto	3	3	0	6	0	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	14	12	2	26	0,08	4
F	Tomar el punto muerto superior	67	65	2	132	0,02	1
F	Traer calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	10	8	2	18	0,11	8
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	64	62	2	126	0,02	1
F	Calibrar las válvulas	77	75	2	152	0,01	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	13	11	2	24	0,08	4
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	101	99	2	200	0,01	1
I	Traer llave de la mesa de trabajo	13	11	2	24	0,08	4
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	18	2	38	0,05	1

I	Retirar la varilla de fijación	7	6	1	13	0,08	4
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	17	15	2	32	0,06	2
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	14	12	2	26	0,08	4
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	13	11	2	24	0,08	4
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	12	10	2	22	0,09	5
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	18	16	2	34	0,06	2
I	Desajustar y retirar la porta bandas	8	6	2	14	0,14	13
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	16	14	2	30	0,07	3
I	Traer lija de la mesa de trabajo	7	6	1	13	0,08	4
I	Lijar las bandas de freno	15	13	2	28	0,07	3
I	Limpiar el tambor	11	9	2	20	0,1	7
I	Colocar la porta bandas en el tambor	9	7	2	16	0,13	11
I	Colocar la llanta y cadena por completo	19	17	2	36	0,06	2
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	16	14	2	30	0,07	3
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	14	12	2	26	0,08	4
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	15	13	2	28	0,07	3
I	Colocar la varilla de fijación	13	11	2	24	0,08	4
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	15	13	2	28	0,07	3
I	Traer llave de la mesa de trabajo	12	10	2	22	0,09	5
I	Ajustar tension de la cadena	20	18	2	38	0,05	1
I	Inspeccionar el eje alineado	21	19	2	40	0,05	1
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10	8	2	18	0,11	8
I	Traer llave de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,1	7
I	Desjustar y retirar el caliper	31	29	2	60	0,03	1
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	16	14	2	30	0,07	3

I	Lijar las pastillas	25	23	2	48	0,04	1
I	Colocar y ajustar el caliper	29	27	2	56	0,04	1
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	15	13	2	28	0,07	3
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	57	55	2	112	0,02	1
J	Inspeccionar la manilla de embrague	53	51	2	104	0,02	1
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	56	54	2	110	0,02	1
E	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	3	0	6	0	1
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	87	85	2	172	0,01	1
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	3	3	0	6	0	1
E	Sopletear el filtro de aire	21	19	2	40	0,05	1
E	Transladar el filtro de aire a la moto	3	3	0	6	0	1
E	Colocar el filtro de aire	8	6	2	14	0,14	13
E	Traer llave de la mesa de trabajo	9	7	2	16	0,13	11
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	65	63	2	128	0,02	1
D	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	3	0	6	0	1
D	Limpiar con gasolina la superficie externa del carburador	60	58	2	118	0,02	1
D	Desarmar el carburador	45	43	2	88	0,02	1
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	8	6	2	14	0,14	13
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	614	612	2	1226	0	1
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	48	46	2	94	0,02	1
D	Transladar el carburador a la moto	3	3	0	6	0	1
D	Colocar el carburador	67	65	2	132	0,02	1
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	8	6	2	14	0,14	13
D	Traer llave de la mesa de trabajo	14	12	2	26	0,08	4
D	Ajustar las tuercas	28	26	2	54	0,04	1

D	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	24	22	2	46	0,04	1
H	Traer recipiente para el aceite usado	12	10	2	22	0,09	5
H	Colocar recipiente para aceite usado	4	4	0	8	0	1
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	6	5	1	11	0,09	5
H	Desajustar y retirar la tapa del filtro de aceite	14	12	2	26	0,08	4
H	Retirar filtro de aceite usado	4	4	0	8	0	1
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	2	2	0	4	0	1
G	Coguer las bujias	3	3	0	6	0	1
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	4	4	0	8	0	1
G	Limpiar las bujias	60	58	2	118	0,02	1
G	Calibrar las bujias	63	61	2	124	0,02	1
G	Traer llave de la mesa de trabajo	14	12	2	26	0,08	4
G	Colocar y ajustar las bujias	78	76	2	154	0,01	1
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
K	Lubricar la cadena	51	49	2	100	0,02	1
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	48	46	2	94	0,02	1
M	Inspeccionar la direccion	50	48	2	98	0,02	1
H	Pedir filtro y aceite para el motor	72	71	1	143	0,01	1
H	Colocar filtro de aceite nuevo	12	10	2	22	0,09	5
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	50	49	1	99	0,01	1
H	Retirar recipiente para aceite usado	18	16	2	34	0,06	2
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	14	12	2	26	0,08	4
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	14	12	2	26	0,08	4
H	Vaciar el aceite nuevo	66	64	2	130	0,02	1
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	11	9	2	20	0,1	7
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	10	8	2	18	0,11	8
N	Colocar el tanque de la moto	177	175	2	352	0,01	1

N	Traer llave de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,1	7
N	Ajustar tanque de la moto	28	26	2	54	0,04	1
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	5	5	0	10	0	1
N	Colocar el asiento de la moto	9	7	2	16	0,13	11
N	Traer llave de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
N	Ajustar asiento de la moto	14	12	2	26	0,08	4
N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	4	4	0	8	0	1
N	Colocar y ajustar tapas laterales	53	51	2	104	0,02	1
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	4	0	8	0	1
Ñ	Encender la moto	3	3	0	6	0	1
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	29	27	2	56	0,04	1
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	49	47	2	96	0,02	1
Ñ	Prueba por operario	147	146	1	293	0	1
Ñ	Entregar moto a cliente	29	27	2	56	0,04	1
Ñ	Limpiaar y ordenar lugar de trabajo	84	82	2	166	0,01	1

Técnico 04:

En la tabla 69 se muestran los datos obtenidos de las observaciones preliminares tomadas respecto al servicio de mantenimiento preventivo realizado por el técnico 04.

Tabla 79. Observaciones preliminares del servicio de mantenimiento por el técnico 04

Proceso	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (seg)
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	36	35	36	36	36	36	35	35	36	35	36
A	Encender el motor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
A	Inspeccionar el sonido del motor	20	19	19	21	19	21	21	19	19	19	20
A	Apagar el motor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
H	Traer recipiente para el aceite usado	12	11	11	10	10	11	10	11	11	10	11
H	Colocar recipiente para aceite usado	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	6	7	6	6	7	7	6	8	6	6	7
H	Desajustar y retirar la tapa del filtro de aceite	13	12	14	12	13	13	12	12	14	13	13
H	Retirar filtro de aceite usado	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C	Traer llave de la mesa de trabajo	13	13	12	12	13	12	12	13	13	13	13
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	54	56	54	56	54	54	56	54	55	56	55
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C	Traer llave de la mesa de trabajo	9	9	8	8	7	9	9	7	7	9	8
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	29	30	28	30	28	29	29	28	28	30	29
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	6	7	7	6	6	7	7	6	7	7	7
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	6	6	7	6	7	6	7	6	7	6	6
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	14	140	13	13	13	14	13	139	140	139	139
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	0		9	8	9	0	8				
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	18	187	18	18	18	18	18	187	186	187	187
		7		6	6	6	7	6				

C	Trasladar el tanque de la moto al piso	8	9	7	9	7	9	9	9	8	8	8
A	Elevar moto (Sistema neumático)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	Traer llave de la mesa de trabajo	12	11	11	11	11	13	12	13	13	11	12
D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	18	18	16	16	17	17	17	16	16	17	17
D	Traer llave de la mesa de trabajo	10	12	11	11	11	12	11	11	10	12	11
D	Desajustar las tuercas	26	27	27	28	26	28	26	28	28	27	27
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D	Retirar el carburador	44	45	44	44	45	44	45	45	44	44	44
D	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
D	Limpiar con gasolina la superficie externa del carburador	59	59	59	59	59	59	57	58	59	58	59
D	Desarmar el carburador	44	44	42	43	43	43	44	43	42	42	43
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	7	7	6	6	7	6	6	6	6	7	6
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	62	625	62	62	62	62	62	624	623	624	624
		3		5	3	3	3	5				
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	45	46	44	45	45	45	46	45	45	44	45
D	Transladar el carburador a la moto	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5
D	Colocar el carburador	66	67	66	65	67	67	67	65	65	66	66
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
E	Traer llave de la mesa de trabajo	11	10	10	12	12	11	12	12	11	12	11
E	Ajustar las tuercas	23	24	24	24	24	23	24	25	23	24	24
E	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	19	19	20	19	20	21	20	19	19	19	20
E	Traer llave de la mesa de trabajo	12	13	12	12	11	13	13	12	11	11	12
E	Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	66	66	64	65	64	65	65	64	66	64	65
E	Retirar el filtro de aire	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	9	10	9	11	9	10	9	11	9	10	10
E	Llevar el filtro de aire a la mesa de trabajo	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4
E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	9	9	9	8	9	7	7	8	7	7	8

E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	75	76	76	76	74	76	75	76	74	75	75
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
E	Sopletear el filtro de aire	20	22	20	21	21	21	22	20	22	21	21
E	Colocar el filtro de aire	5	5	6	5	6	5	6	6	6	5	6
E	Traer llave de la mesa de trabajo	9	9	7	7	9	7	9	8	7	8	8
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	65	66	66	66	64	64	64	66	66	65	65
F	Retirar la manguera del respirador del motor	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4
F	Traer llave de la mesa de trabajo	14	15	13	15	14	15	15	13	14	14	14
G	Desajustar y retirar las bujias	78	79	77	78	77	79	78	77	79	77	78
F	Traer llave de la mesa de trabajo	10	10	9	10	11	9	9	9	10	11	10
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	99	100	98	10	98	98	98	99	99	99	99
					0							
F	Traer llave de la mesa de trabajo	10	9	9	10	9	10	8	10	10	10	10
F	Tomar el punto muerto superior	74	73	75	74	74	73	73	74	73	75	74
F	Traer Calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	10	11	10	10	10	11	10	11	12	11	11
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	62	61	62	61	63	63	63	62	63	62	62
F	Calibrar las válvulas	74	76	76	74	74	75	75	74	75	76	75
F	Traer llave de la mesa de trabajo	11	12	13	11	13	13	13	12	12	11	12
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	10	106	10	10	10	10	10	106	106	108	107
		7		7	7	7	8	8				
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
G	Coger las bujias	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
G	Limpiar las bujias	60	59	59	59	60	59	60	60	58	59	59
G	Calibrar las bujias	62	62	62	61	62	63	62	62	61	62	62
G	Traer llave de la mesa de trabajo	13	12	13	12	12	13	13	13	13	14	13
G	Colocar y ajustar las bujias	76	78	77	77	78	78	78	78	78	78	78

I	Traer llave de la mesa de trabajo	10	10	11	9	10	11	9	11	9	9	10
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	20	19	19	18	18	18	18	19	20	19
I	Retirar la varilla de fijación	9	9	7	8	7	7	7	9	9	7	8
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	13	14	13	14	14	14	13	12	13	12	13
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	11	11	10	11	12	12	10	10	10	10	11
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	15	15	14	15	15	14	15	13	15	15	15
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	11	12	13	12	12	13	11	12	13	13	12
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	12	14	13	12	12	13	12	13	13	13	13
I	Desajustar y retirar la porta bandas	6	7	6	7	6	6	7	6	6	7	6
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	12	12	12	11	10	11	10	10	12	12	11
I	Traer lija de la mesa de trabajo	6	8	7	6	8	8	8	8	7	8	7
I	Lijar las bandas de freno	13	15	15	15	15	13	14	13	14	14	14
I	Limpiar el tambor	10	12	11	12	12	10	11	11	12	11	11
I	Colocar la porta fibra en el tambor	8	9	7	7	7	8	7	8	8	9	8
I	Colocar la llanta y cadena por completo	17	17	18	17	17	19	19	18	18	17	18
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	16	16	18	17	17	17	16	17	18	16	17
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10	11	12	10	10	11	12	10	10	12	11
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	15	14	13	14	13	15	13	14	15	14	14
I	Colocar la varilla de fijación	16	14	16	16	15	16	16	15	15	16	16
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	18	18	20	18	18	20	20	18	20	20	19
I	Traer llave de la mesa de trabajo	8	10	10	10	8	9	9	9	8	9	9
I	Ajustar tension de la cadena	19	18	17	18	18	17	19	19	19	17	18
I	Inspeccionar el eje alineado	22	20	20	20	21	22	21	21	21	20	21
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	10	11	10	12	12	11	12	10	11	11	11
I	Traer llave de la mesa de trabajo	8	10	10	8	9	10	8	10	9	8	9
I	Desjustar y retirar el caliper	29	29	30	30	29	30	29	29	31	31	30

I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	15	16	15	17	16	15	15	16	17	17	16
I	Lijar las pastillas	28	28	26	28	27	27	28	28	26	28	27
I	Colocar y ajustar el caliper	30	30	30	28	28	30	28	29	28	30	29
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	13	13	11	12	11	13	11	12	13	13	12
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	55	56	55	57	56	57	57	57	55	57	56
J	Inspeccionar la manilla de embrague	56	56	58	58	56	58	56	56	58	56	57
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	62	62	62	62	60	62	60	60	62	62	61
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	9	8	9	9	9	10	10	10	8	8	9
K	Lubricar la cadena	50	50	51	49	50	49	50	51	49	49	50
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	7	7	6	8	7	6	6	6	8	6	7
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	48	47	46	48	48	48	47	47	46	47	47
M	Inspeccionar la direccion	49	48	49	48	49	50	49	48	48	48	49
H	Pedir filtro y aceite para el motor	69	71	71	71	70	71	70	70	69	69	70
H	Colocar filtro de aceite nuevo	11	10	11	11	12	11	11	11	12	10	11
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	47	46	46	48	46	48	47	46	48	46	47
H	Retirar recipiente para aceite usado	14	14	15	16	14	15	15	15	16	15	15
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	15	13	15	14	15	13	14	13	14	14	14
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	10	11	12	12	11	12	10	11	12	10	11
H	Vaciar el aceite nuevo	63	61	61	62	61	61	61	61	61	61	61
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	10	9	9	11	10	10	11	9	11	10	10
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	9	9	9	9	9	9	7	8	9	9	9
N	Colocar el tanque de la moto	15	151	15	15	15	15	15	150	152	152	151
		1		0	2	2	2	0				
N	Traer llave de la mesa de trabajo	6	6	7	8	8	7	8	7	6	7	7
N	Ajustar tanque de la moto	28	26	27	26	28	28	26	28	28	27	27
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
N	Colocar el asiento de la moto	8	9	9	9	10	8	10	10	10	9	9
N	Traer llave de la mesa de trabajo	8	6	6	7	8	7	6	8	8	7	7
N	Ajustar asiento de la moto	17	18	18	16	17	18	16	18	17	16	17
N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4
N	Colocar y ajustar tapas laterales	59	59	57	59	57	58	59	58	57	57	58

Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4
Ñ	Encender la moto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	25	27	25	27	27	25	27	25	25	26	26
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	51	51	52	51	53	52	51	53	53	53	52
Ñ	Prueba por operario	13	136	13	13	13	13	13	134	134	135	135
		4		4	4	4	6	5				
Ñ	Entregar moto a cliente	33	32	32	33	33	33	31	31	32	31	32
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	73	74	73	72	72	73	74	73	73	73	73

Los resultados son verificados en la tabla de Mundel (Tabla 1) para determinar el número de observaciones requeridas, las cuales se muestran en la tabla 70.

Tabla 80. Cálculo del cociente de Mundel del técnico 04

Proceso	Actividades	X max	X_{mi} n	R_{max}-R_{min} (A)	R_{max}+R_{min} (B)	A/B	N° observaciones
A	Se traslada la moto al lugar de trabajo	36	35	1	71	0,01	1
A	Encender el motor	3	3	0	6	0	1
A	Inspeccionar el sonido del motor	21	19	2	40	0,05	1
A	Apagar el motor	3	3	0	6	0	1
H	Traer recipiente para el aceite usado	12	10	2	22	0,09	5
H	Colocar recipiente para aceite usado	5	4	1	9	0,11	8
H	Desajustar y retirar el tornillo de drenaje de aceite	8	6	2	14	0,14	13
H	Desajustar y retirar la tapa del filto de aceite	14	12	2	26	0,08	4
H	Retirar filtro de aceite usado	4	4	0	8	0	1
C	Traer llave de la mesa de trabajo	13	12	1	25	0,04	1
C	Desajustar y retirar tapas laterales de la moto	56	54	2	110	0,02	1
C	Trasladar las tapas laterales de la moto al piso	4	4	0	8	0	1
C	Traer llave de la mesa de trabajo	9	7	2	16	0,13	11
C	Desajustar y retirar el asiento de la moto	30	28	2	58	0,03	1
C	Trasladar el asiento de la moto al piso	7	6	1	13	0,08	4
B	Traer botella para la gasolina de la mesa de trabajo	7	6	1	13	0,08	4
B	Extraer gasolina del tanque de la moto hacia la botella	140	138	2	278	0,01	1
B	Llevar la botella con gasolina a la mesa de trabajo	3	3	0	6	0	1
C	Desajustar y retirar el tanque de la moto	187	186	1	373	0	1
C	Trasladar el tanque de la moto al piso	9	7	2	16	0,13	11
A	Elevar moto (Sistema neumático)	3	3	0	6	0	1
D	Traer llave de la mesa de trabajo	13	11	2	24	0,08	4

D	Aflojar la abrazadera de conexión del punto de aire	18	16	2	34	0,06	2
D	Traer llave de la mesa de trabajo	12	10	2	22	0,09	5
D	Desajustar las tuercas	28	26	2	54	0,04	1
D	Desconectar la manguera de ingreso de gasolina	4	4	0	8	0	1
D	Retirar el carburador	45	44	1	89	0,01	1
D	Transladar el carburador a la mesa de trabajo	5	5	0	10	0	1
D	Limpiar con gasolina la superficie externa del carburador	59	57	2	116	0,02	1
D	Desarmar el carburador	44	42	2	86	0,02	1
D	Verificar en que condiciones se encuentra el carburador	7	6	1	13	0,08	4
D	Limpiar con gasolina la parte interna y sus componentes del carburador	625	623	2	1248	0	1
D	Armar y regular el carburador en la mesa de trabajo	46	44	2	90	0,02	1
D	Transladar el carburador a la moto	5	4	1	9	0,11	8
D	Colocar el carburador	67	65	2	132	0,02	1
D	Conectar la manguera de ingreso de gasolina	6	5	1	11	0,09	5
E	Traer llave de la mesa de trabajo	12	10	2	22	0,09	5
E	Ajustar las tuercas	25	23	2	48	0,04	1
E	Ajustar la abrazadera de conexión del punto de aire	21	19	2	40	0,05	1
E	Traer llave de la mesa de trabajo	13	11	2	24	0,08	4
E	Desajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	66	64	2	130	0,02	1
E	Retirar el filtro de aire	6	6	0	12	0	1
E	Traer un trapo de la mesa de trabajo	4	4	0	8	0	1
E	Limpiar superficie externa de la caja del filtro de aire	11	9	2	20	0,1	7
E	Llevar el filtro de aire a la mesa de trabajo	4	3	1	7	0,14	13

E	Verificar en que condiciones se encuentra el filtro de aire	9	7	2	16	0,13	11
E	Limpiar con gasolina el filtro de aire en la mesa de trabajo	76	74	2	150	0,01	1
E	Llevar el filtro de aire a la pistola de soplete	4	3	1	7	0,14	13
E	Sopletear el filtro de aire	22	20	2	42	0,05	1
E	Colocar el filtro de aire	6	5	1	11	0,09	5
E	Traer llave de la mesa de trabajo	9	7	2	16	0,13	11
E	Ajustar con una llave las tuercas de la tapa del filtro de aire	66	64	2	130	0,02	1
F	Retirar la manguera del respirador del motor	5	4	1	9	0,11	8
F	Traer llave de la mesa de trabajo	15	13	2	28	0,07	3
G	Desajustar y retirar las bujias	79	77	2	156	0,01	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,1	7
F	Desajustar y retirar la tapa válvula	100	98	2	198	0,01	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	10	8	2	18	0,11	8
F	Tomar el punto muerto superior	75	73	2	148	0,01	1
F	Traer Calibrador de válvulas de la mesa de trabajo	12	10	2	22	0,09	5
F	Verificar que válvulas de admisión y de escape esten descalibradas	63	61	2	124	0,02	1
F	Calibrar las válvulas	76	74	2	150	0,01	1
F	Traer llave de la mesa de trabajo	13	11	2	24	0,08	4
F	Colocar y ajustar la tapa válvula	108	106	2	214	0,01	1
G	Traslado del operario a la mesa de trabajo	3	3	0	6	0	1
G	Coger las bujias	4	4	0	8	0	1
G	Traslado de las bujillas de la mesa de trabajo a la mesa del esperil	5	5	0	10	0	1
G	Limpiar las bujias	60	58	2	118	0,02	1
G	Calibrar las bujias	63	61	2	124	0,02	1
G	Traer llave de la mesa de trabajo	14	12	2	26	0,08	4
G	Colocar y ajustar las bujias	78	76	2	154	0,01	1

I	Traer llave de la mesa de trabajo	11	9	2	20	0,1	7
I	Retirar el ajuste del freno, liberando por completo los elementos de unión	20	18	2	38	0,05	1
I	Retirar la varilla de fijación	9	7	2	16	0,13	11
I	Extraer el seguro del sujetador roscado y su respectiva tuerca	14	12	2	26	0,08	4
I	Desajustar y retirar tuerca del eje trasero de la llanta posterior	12	10	2	22	0,09	5
I	Desajustar tornillos de la tension de la cadena	15	13	2	28	0,07	3
I	Retirar el eje trasero de la llanta posterior	13	11	2	24	0,08	4
I	Retirar la cadena y sacar la llanta por completo	14	12	2	26	0,08	4
I	Desajustar y retirar la porta bandas	7	6	1	13	0,08	4
I	Inspeccionar el estado de las bandas de freno	12	10	2	22	0,09	5
I	Traer lija de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
I	Lijar las bandas de freno	15	13	2	28	0,07	3
I	Limpiar el tambor	12	10	2	22	0,09	5
I	Colocar la porta fibra en el tambor	9	7	2	16	0,13	11
I	Colocar la llanta y cadena por completo	19	17	2	36	0,06	2
I	Insertar tornillo de eje trasero de la llanta posterior	18	16	2	34	0,06	2
I	Colocar la tuerca del eje trasero de la llanta posterior	12	10	2	22	0,09	5
I	Introducir la tuerca y su respectivo seguro del sujetador roscado	15	13	2	28	0,07	3
I	Colocar la varilla de fijación	16	14	2	30	0,07	3
I	Colocar el ajuste del freno por completo con los elementos de unión	20	18	2	38	0,05	1
I	Traer llave de la mesa de trabajo	10	8	2	18	0,11	8
I	Ajustar tension de la cadena	19	17	2	36	0,06	2
I	Inspeccionar el eje alineado	22	20	2	42	0,05	1
I	Ajuste de tuerca del eje trasero de la llanta posterior	12	10	2	22	0,09	5

I	Traer llave de la mesa de trabajo	10	8	2	18	0,11	8
I	Desjustar y retirar el caliper	31	29	2	60	0,03	1
I	Inspeccionar el estado de las pastillas de freno delantero	17	15	2	32	0,06	2
I	Lijar las pastillas	28	26	2	54	0,04	1
I	Colocar y ajustar el caliper	30	28	2	58	0,03	1
I	Inspeccionar el nivel del liquido de freno	13	11	2	24	0,08	4
I	Inspeccionar la manilla del freno delantero	57	55	2	112	0,02	1
J	Inspeccionar la manilla de embrague	58	56	2	114	0,02	1
I	Inspeccionar y ajuste del pedal de frenos	62	60	2	122	0,02	1
K	Traer lubricante para cadena de la mesa de trabajo	10	8	2	18	0,11	8
K	Lubricar la cadena	51	49	2	100	0,02	1
L	Traer Barometro de presión de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
L	Inspeccionar y calibrar presion de las llantas	48	46	2	94	0,02	1
M	Inspeccionar la direccion	50	48	2	98	0,02	1
H	Pedir filtro y aceite para el motor	71	69	2	140	0,01	1
H	Colocar filtro de aceite nuevo	12	10	2	22	0,09	5
H	Colocar y ajustar tapa del filtro de aceite	48	46	2	94	0,02	1
H	Retirar recipiente para aceite usado	16	14	2	30	0,07	3
H	Colocar y ajustar tornillo de drenaje	15	13	2	28	0,07	3
H	Desajustar y retirar el tapón de llenado	12	10	2	22	0,09	5
H	Vaciar el aceite nuevo	63	61	2	124	0,02	1
H	Colocar y ajustar tapón de llenado	11	9	2	20	0,1	7
N	Subir tanque de la moto que esta en el piso	9	7	2	16	0,13	11
N	Colocar el tanque de la moto	152	150	2	302	0,01	1
N	Traer llave de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
N	Ajustar tanque de la moto	28	26	2	54	0,04	1
N	Subir asiento de la moto que esta en el piso	6	5	1	11	0,09	5
N	Colocar el asiento de la moto	10	8	2	18	0,11	8
N	Traer llave de la mesa de trabajo	8	6	2	14	0,14	13
N	Ajustar asiento de la moto	18	16	2	34	0,06	2

N	Subir las tapas laterales que esta en el piso	4	3	1	7	0,14	13
N	Colocar y ajustar tapas laterales	59	57	2	116	0,02	1
Ñ	Bajar la moto (Sistema neumático)	4	3	1	7	0,14	13
Ñ	Encender la moto	3	3	0	6	0	1
Ñ	Inpeccionar las revoluciones del motor en minimo	27	25	2	52	0,04	1
Ñ	Retirar moto del área de trabajo	53	51	2	104	0,02	1
Ñ	Prueba por operario	136	134	2	270	0,01	1
Ñ	Entregar moto a cliente	33	31	2	64	0,03	1
Ñ	Limpiar y ordenar lugar de trabajo	74	72	2	146	0,01	1

Anexo C: Plan de capacitaciones de las mejoras propuestas

N°	ACTIVIDAD	OBJETIVO	ALCANCE	RESPONSABLE	2020							COSTO	DURACIÓN
					Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul		
1	Modificación de los procesos	Los empleados conozcan el nuevo flujo de procesos que la empresa esta implementando.	Recepcionista, supervisor y 4 técnicos	Empresa Externa	X							1,500.00	5 horas
2	Mejora del proceso de limpieza del carburador	Los técnicos conozcan el nuevo procedimiento a implementar para realizar la limpieza del carburador.	Supervisor y 4 técnicos	Empresa Externa		X						1,250.00	5 horas
3	Importancia de la limpieza del carburador	Concientizar a los técnicos sobre el cuello de botella, y si existen demoras en como afectaría a la empresa.	Supervisor y 4 técnicos	Empresa Externa			X					1,250.00	5 horas
4	Tiempos aceptables del proceso de limpieza del carburador	El personal tenga definido el tiempo estandar para la realización de las actividades del	Supervisor y 4 técnicos	Empresa Externa				X				1,250.00	5 horas

proceso cuello de
botella.

5	Actividades de cada proceso	Los técnicos tengan conocimiento de las actividades a desarrollar en cada proceso, y de que manera se llevará a cabo.	Supervisor y 4 técnicos	Empresa Externa	X	7,500.00	10 horas
6	Tiempos aceptables para cada proceso	El personal tenga definido los tiempos estandar para la realización de las actividades de cada proceso.	Recepcionista, supervisor y 4 técnicos	Empresa Externa	X	7,500.00	10 horas
7	Asignación de procesos al personal	Desarrollar criterios evaluativos para la asignación de procesos a cada técnico.	Recepcionista, supervisor y 4 técnicos	Empresa Externa	X	1,500.00	8 horas
						21,750.00	

Anexo D: Cotizaciones

AibiTech

Lo buscas, Lo encuentras aquí



Carrito: vacío

Herramientas Metalmeccanica > Equipamiento Taller > Carro de Servicio, 3 bandejas, Llantas de Alto Impacto, Freno Manual, Lamina Calibre 21, CARRO-3 11528 Truper

EQUIPAMIENTO TALLER

- Satelite Antenas Parabolicas +
- Receptores FTA y Sintonzadores +
- Satelite Accesorios CATV +
- Amplificador CATV
- Reproductor Dongle Streaming Multimi +
- Centrales Centrales Y Telefonos IP +
- Telefonos Digitales Inalambricos
- Telefonos Celulares Desbloqueados +
- Tablets +
- Redes Inalambricas +
- Redes Alamblicas +
- Fibra Optica Equipos +
- Fibra Optica Cable y conectores +

- Cableado Estructurado Gabinetes Racl +
- Electronica Instrumentos de Medicion +
- Electronica Herramientas +
- Electronica Fuente de Alimentacion +
- Camaras Fotograficas, Video & WebCa +
- Camaras Grabador DVR NVR XVR +
- Camaras de Video Vigilancia +
- Seguridad Vigilancia y Control +
- Impresora Scanner & Accesorios +
- Suministros Tintas, Toners, Cintas, Pa +
- Cables Conectores Adaptadores +
- CDROM DVD Blu Ray +
- UPS Estabilizadores +
- Laptop & Ultrabook +
- Computadoras de Escritorio +
- Case, Fuentes & Accesorios +
- Memorias USB Flash & RAM DDR +
- Procesadores CPU Intel AMD +



¡PRODUCTO EN OFERTA!

Carro de Servicio, 3 bandejas, Llantas de Alto Impacto, Freno Manual, Lamina Calibre 21, CARRO-3 11528 Truper
Condición Nuevo



Carro de Servicio, 3 bandejas, Llantas de Alto Impacto, Freno Manual, Lamina Calibre 21, CARRO-3 11528 Truper
- Fabricado en lámina de acero calibre 21
- Sólidas ruedas: 2 con frenos

EN STOCK

Tweet Compartir Google+

Compartir en Facebook

Enviar a un amigo

Imprimir

S/. 273.00

Precios Incluye IGV

Cantidad:

1

Añadir al carrito

ACEPTAMOS



¡Chatea en directo con AibiTech

MÁS

Carro de Servicio, 3 bandejas, Llantas de Alto Impacto, Freno Manual, Lamina Calibre 21, CARRO-3 11528 Truper

- Fabricado en lámina de acero calibre 21
- Sólidas ruedas: 2 con frenos

FICHA TÉCNICA


Empaque	Caja
Capacidad de carga total	120 kg
Capacidad de carga por charola	40 kg
Dimensiones de las charolas	74x38x8 5 cm




MÁS INFORMACIÓN

Usos:

- Ideal para acercar la herramienta hasta el sitio de reparación

¡Chatea en directo con AibiTech



Dewalt DWST 17552 plataforma de Completo Cinturón de herramientas totalmente ajustable, múltiples bolsillos & Loops - mostrar título original

Estado: **Nuevo**

Cantidad: 6 disponible(s)

Precio: **AUD222.95**
Aproximadamente \$/. 586.01

[¡Cómpralo ahora!](#)






[Agregar al carro de compras](#)

[Agregar a la Lista de favoritos](#)


5 lo marcaron como favorito Usuario antiguo

Envío: **AUD155.90 (aprox. \$/. 409.77)** Standard International Flat Rate Postage | [Ver detalles](#)
Los envíos internacionales pueden estar sujetos a trámites de aduana y tarifas adicionales.
Ubicación del artículo: Robina, Queensland, Australia
Realiza envíos a: Todo el mundo


Entrega: **Prevista entre el mié. 16 dic. y el lun. 4 ene.**
El vendedor hace el envío 15 días después de que el [pago se hace efectivo](#).

Pagos:     

Devoluciones: El vendedor no acepta devoluciones | [Ver detalles](#)



Santiago De Surco
0
Mi Cuenta



Casco con Ratchet H701R

Modelo H-700 | Código 201646X

★★★★★ (3)


S/ 54.90 C/U


- 1 + [Agregar al carro](#)


Satisfacción Garantizada [ver más](#)

Si este producto no cumple con tus expectativas tienes 10 días desde su recepción para devolverlo en cualquiera de nuestras tiendas o llamando al (01) 419 2000 - opción 4

Opciones de entrega para Santiago De Surco


 **Disponibles**
Despacho a domicilio [ver fechas](#)

 **Disponibles**
Retiro en tienda [ver tiendas](#)

 **No disponibles** [ver otras opciones](#)

[Ver ficha técnica](#)

SODIMAC ¿Qué estás buscando? Santiago De Surco 0 Mi Cuenta



Zapatos de Seguridad Dieléctrica T38
Modelo Dieléctrica | Código 3503453
★★★★★ (0)

S/ 129.90 C/U

Selecciona tu talla

41 40 43 42 39 38

- 1 + **Agregar al carro**

Satisfacción Garantizada [ver más](#)
Si este producto no cumple con tus expectativas tienes 10 días desde su recepción para devolverlo en cualquiera de nuestras tiendas o llamando al (01) 419 2000 - opción 4

Opciones de entrega para Santiago De Surco

Disponible **Despacho a domicilio** [ver fechas](#)

[Ficha técnica](#)

SODIMAC ¿Qué estás buscando? Santiago De Surco 0 Mi Cuenta

BAÑO, COCINA Y LIMPIEZA | AIRE LIBRE, JARDÍN Y PARRILLAS | AUTOMÓVIL | CONSTRUCCIÓN Y FERRETERÍA | DECORACIÓN, MENAJE E ILUMINACIÓN | ELECTROHOGAR, TECNOLOGÍA Y CLIMATIZACIÓN | HERRAMIENTAS | MUEBLES Y ORGANIZACIÓN | PISOS, PINTURAS Y TERMINACIONES | SERVICIOS HOGAR | PROYECTOS E INSPIRACIÓN

> [Campanas](#) > [Seguridad en la Obra](#) > [Lentes de seguridad Luna Oscura](#)



3M
Lentes de seguridad Luna Oscura
Código 2257653
★★★★★ (1)

S/ 74.90 C/U

- 1 + **Agregar al carro**

Satisfacción Garantizada [ver más](#)
Si este producto no cumple con tus expectativas tienes 10 días desde su recepción para devolverlo en cualquiera de nuestras tiendas o llamando al (01) 419 2000 - opción 4

Opciones de entrega para Santiago De Surco



Overol Drill Tec Azul Talla: Extra Large

SM | SKU: 48178

Compartir

Regular **S/ 59.90**



Calcula tus cuotas con Tarjeta oh!

- 1 +

Agregar

Vendido y despachado por: **Promart** [Ver términos y condiciones](#)

Despacho a domicilio

✓ Disponible
Desde el 23 de nov.
A partir de S/8
[Calcular >](#)

Retiro en tienda

✓ Disponible
Desde el 24 de nov.
Gratis
[Ver opciones >](#)



Caterpillar Guantes de Extra Protección y Sujeción CAT012218 Talla 8-M

CATERPILLAR | SKU: 10035358

Compartir

Oferta **S/ 95** **-30%**

NUEVO!

Regular **S/ 136**

Calcula tus cuotas con Tarjeta oh!

- 1 +

Agregar

Vendido y despachado por: **TractoStore** [Ver términos y condiciones](#)

Despacho a domicilio

✓ Disponible
Hasta 2 días hábiles

Retiro en tienda

✗ No disponible
[Ver opciones](#)



Lima, 19 de octubre del 2020

Presente

EMPRESA TECNIMOTO CIX E.I. R. L.

Chiclayo-Lambayeque

Se escribe está presente con la finalidad de hacerle llegar nuestra propuesta económica de lo solicitado.

TEMAS	PUBLICO	COSTO (S/)	OBJETIVO	DURACION
Modificación de los procesos	6 personas	6 x 250,00 = 1 500,00	Los empleados conozcan el nuevo flujo de procesos que la empresa está implementando.	5 horas
Mejora del proceso de limpieza del carburador	5 personas	5 x 250,00 = 1 250,00	Los técnicos conozcan el nuevo procedimiento a implementar para realizar la limpieza del carburador.	5 horas
Importancia de la limpieza del carburador	5 personas	5 x 250,00 = 1 250,00	Concientizar a los técnicos sobre el cuello de botella, y si existen demoras en cómo afectaría a la empresa.	5 horas
Tiempos aceptables del proceso de limpieza del carburador	5 personas	5 x 250,00 = 1 250,00	El personal tenga definido el tiempo estándar para la realización de las actividades del proceso cuello de botella.	5 horas
Actividades de cada proceso	5 personas	5 x 500,00 = 2 500,00	Los técnicos tengan conocimiento de las actividades a desarrollar en cada proceso, y de qué manera se llevará a cabo.	10 horas
Tiempos aceptables para cada proceso	6 personas	6 x 500,00 = 3 000,00	El personal tenga definido los tiempos estándar para la realización de las actividades de cada proceso.	10 horas



Asignación de procesos al personal	6 personas	6 x 250,00 = 1 500,00	Desarrollar criterios evaluativos para la asignación de procesos a cada técnico.	8 horas
		12 250,00		

Validez de la cotización: 30 días

El costo incluye el costo de transporte y de viáticos de los ponentes.

No incluye refrigerio y otros adicionales.

Atentamente,
 María Bernal Cruz
 Jefe comercial

Anexo E: Análisis de Modos y Efectos del Fallo (AMEF)

SISTEMA: SUBSISTEMA: FUNCIÓN		SISTEMA MECÁNICO 1.1 MOTOR		
		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de Falla)	EFFECTOS
1.1.1	CULATA (Sellar la Cámara de compresión)	Incapaz de sellar la cámara de compresión	Ajuste de espárragos incorrecto Obstrucción Deterioro del empaque de culata	Pérdida de potencia, elevación de la temperatura llegando a deformar el motor, o incendiar la motocicleta, incomodidad para el conductor por el calentamiento del motor.
1.1.2	VÁLVULAS (Permitir el ingreso de aire, y salida de gases del cilindro)	Regulación inadecuada de gases de ingreso y salida	Las válvulas tienen un juego no apropiado Asiento de válvula deformado Deformación de válvula por fatiga calórica	Combustión inadecuada la cual reduce la potencia, erosión de la válvula pudiendo llegar a fracturarse, desgaste acelerado de guías de válvula, ruido en el motor.
1.1.3	CILINDROS (Permitir la lubricación, guiar el desplazamiento del pistón, y funciona como cámara de expansión de gases)	Lubricación, expansión de gases inadecuada	Corrosión en la pared del cilindro por uso ocasional de la moto Ralladuras en el cilindro, generado por arranques en frío Aceite deteriorado, filtro deteriorado	Desgaste prematuro del cilindro, pérdida de potencia, el motor sufre sobrecalentamiento ruido, y una disminución de la compresión.
1.1.4	TAPA DE VÁLVULAS (Sellar, resortes, guías de válvulas, etc)	Incapaz de sellar	Autoencendido del combustible debido a bajo octanaje Empaque deteriorado Ajuste inadecuado de pernos de sujeción	Se generan fugas de aceite, generando contaminación ambiental

SISTEMA: SUBSISTEMA: FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	SISTEMA MECÁNICO 1.2 CAJA DE CAMBIOS MODO DE FALLA (Causa de Falla)	EFFECTOS
1.2.1	EMBRAGUE (Acoplar y desacoplar motor y caja de cambios)	Acople inadecuado entre motor y caja de cambios	Retorno incorrecto de horquilla debido a obstrucción Manejo inadecuado del conductor al soltar abruptamente, y al mantener accionada la palanca de mando del embrague durante la conducción.	Desgaste acelerado del embrague, ruido al accionar la palanca de mando, generación de tirones al soltar la palanca de mando los cuales producen inestabilidad en la maniobra de la motocicleta.
1.2.2	CAMBIO MECÁNICO (acoplar los diferentes engranajes para generar diferentes relaciones de transmisión)	Acople inadecuado de engranajes	Engranajes, cojinetes, y anillos sincronizadores desgastados Desengranaje espontáneo de marchas por incorrecta maniobra de acoplamiento Desembrague incompleto	Desgaste acelerado de componentes, así como ruido y dificultad en el cambio de marchas.

SISTEMA: SUBSISTEMA: FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	SISTEMA MECÁNICO 1.3 PROPULSIÓN TRASERA MODO DE FALLA (Causa de Falla)	EFFECTOS
1.3.1	CONJUNTO CARDÁN (Transmitir la energía mecánica de la caja de cambios al conjunto cono-corona)	Inadecuada transmisión de energía mecánica	Juego axial y radial de las crucetas	Desgaste acelerado del conjunto cono-corona, golpes al realizar el cambio de marchas.

SISTEMA: SUBSISTEMA: FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	SISTEMA MECÁNICO 1.4 SUSPENSIÓN MODO DE FALLA (Causa de Falla)	EFFECTOS
1.4.1	SUSPENSIÓN DELANTERA (Permitir la sujeción y amortiguación de la rueda delantera)	Sujeción y Amortiguación inadecuada	Deformaciones en el aro, debido a golpes. Fugas de aceite hidráulico en amortiguadores telescópicos, debido a desgaste de sellos hidráulicos. Deterioro del amortiguador hidráulico de doble efecto, y del resorte helicoidal en la mesa de suspensión.	Vibraciones en el manillar, pérdida de suavidad en la amortiguación, contaminación ambiental por fugas de aceite, pérdida de estabilidad en la conducción.
1.4.2	SUSPENSIÓN TRASERA (Sujeción y amortiguación del sistema de propulsión trasera)	Sujeción y Amortiguación inadecuada	Deterioro del amortiguador hidráulico de doble efecto, y del resorte helicoidal Inestabilidad por regulación inadecuada de suspensión trasera	Pérdida de suavidad en la amortiguación,

SISTEMA:		SISTEMA MECÁNICO		
SUBSISTEMA:		1.5 ESCAPE		
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de Falla)	EFECTOS	
1.5.2 TUBOS DE ESCAPE DE GASES (Direccionar los gases de escape de la combustión hacia la parte posterior de la motocicleta)	Direccionamiento inadecuado de los gases de escape	Disminución del área de sección transversal del tubo de escape debido a golpes	Pérdida de potencia debido a contrapresión.	
SISTEMA:		SISTEMA FRENOS		
SUBSISTEMA:		2.1 FRENO DELANTERO		
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de Falla)	EFECTOS	
2.1.1 MORDAZA (Transmitir presión hidráulica para que las pastillas aumenten el coeficiente de fricción con el disco de freno)	Disminución de la transmisión de presión	Líquido hidráulico insuficiente, inadecuado o deteriorado Pastillas no adecuadas o desgastadas Aire en las cañerías debido a inadecuada purgación	Disminución de la frenada, ruido en la frenada. Riesgo de accidente.	
2.1.2 DISCO DE FRENO (Friccionar con las pastillas para poder disminuir la velocidad angular de la rueda)	Fricción inadecuada	Suciedad en disco de freno Cristalización de disco de freno por trabajo a altas temperaturas Rayones en el disco de freno Taponamiento de canales de refrigeración	Disminución de la frenada, calentamiento del disco, así como del líquido hidráulico, riesgo de accidente.	

SISTEMA:		SISTEMA FRENOS		
SUBSISTEMA:		2.1 FRENO POSTERIOR		
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTOS
	(Pérdida de función)	(Causa de Falla)		
2.1.1	ZAPATA O BANDA (Transmitir presión hidráulica para que las pastillas aumenten el coeficiente de fricción con el disco de freno)	Disminución de la transmisión de presión	Suciedad en la zapata o banda de freno Zapata o banda no adecuada Cristalización de la zapata o banda por trabajo a altas temperaturas	Disminución de la frenada, ruido en la frenada, calentamiento de líquido hidráulico pudiendo llegar a punto de ebullición. Riesgo de accidente.
2.1.2	TAMBOR (Friccionar con la zapata para poder disminuir la velocidad angular de la rueda)	Fricción inadecuada	Suciedad en el tambor Cristalización del tambor por trabajo a altas temperaturas Rayones en el tambor de freno	gDisminución de la frenada, calentamiento del tambor, riesgo de accidente.

SISTEMA:		SISTEMA AIRE-COMBUSTIBLE		
SUBSISTEMA:		3.1 DEPÓSITO, CONDUCCIÓN Y REGULACIÓN DE COMBUSTIBLE		
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTOS
	(Pérdida de función)	(Causa de Falla)		
3.1.2	CAÑERÍAS DE CONDUCCIÓN DE COMBUSTIBLE (Permitir el traslado de combustible desde el depósito hacia los inyectores)	Traslado inadecuado	Rotura de cañerías debido a golpes por mal montaje de piezas Pérdidas de combustible en uniones de cañerías debido a aflojamiento	Pérdida de presión en líneas de transmisión de combustible, riesgo de incendio, elevación en el consumo de combustible

SISTEMA:		SISTEMA AIRE-COMBUSTIBLE		
SUBSISTEMA:		3.2 CÁMARA DE MEZCLA AIRE-COMBUSTIBLE		
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFFECTOS	
	(Pérdida de función)	(Causa de Falla)		
3.2.1	CÁMARA DE MEZCLA AIRE – COMBUSTIBLE (Permitir la mezcla en su debida relación de aire- combustible)	<p>Inyección de combustible defectuosa debido a taponamiento de inyectores</p> <p>Cantidad de aire en la cámara de mezcla insuficiente debido a saturación de filtro de aire</p> <p>Desbalance del motor debido a tensión inadecuada de los cables de aceleración</p>	Encendido de motocicleta defectuoso, pérdida de potencia, aumento del consumo de combustible, riesgo de accidente por pérdida de estabilidad debido a desbalance de motor	

SISTEMA: SUBSISTEMA: FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	SISTEMA ELÉCTRICO MOTOR 4.1 EQUIPO ELÉCTRICO DEL MOTOR MODO DE FALLA (Causa de Falla)	EFFECTOS
4.1.1	BOBINA Y CABLES DE ENCENDIDO (La bobina eleva el voltaje y los cables envían el voltaje a las bujías)	Elevación y transmisión de voltaje inadecuado	Bobina deteriorada debido a baja vida útil de la misma. Cables de encendido cortados debido a utilización de herramienta inadecuada para el desmontaje de los capuchones de las bujías	Pérdida de potencia debido a corrientes de fuga, peligro de corto circuito, desgaste prematuro de los cilindros
4.1.2	BUJÍAS (Generación de la chispa para el encendido de la mezcla aire-combustible)	Generación inadecuada de la chispa de encendido	Rotura del aislante de electrodo de bujía Valor térmico de la bujía bajo, debido a mala elección Valor térmico de la bujía alto, debido a mala elección	No se alcanza la temperatura de autolimpieza de la bujía, encendidos incontrolados por incandescencia, formación de depósitos de carbón en electrodo principal, conducción inestable

SISTEMA: SUBSISTEMA: FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	SISTEMA ELÉCTRICO MOTOR 4.1 EQUIPO ELÉCTRICO DEL MOTOR MODO DE FALLA (Causa de Falla)	EFFECTOS
4.1.1	BOBINA Y CABLES DE ENCENDIDO (La bobina eleva el voltaje y los cables envían el voltaje a las bujías)	Elevación y transmisión de voltaje inadecuado	Bobina deteriorada debido a baja vida útil de la misma. Cables de encendido cortados debido a utilización de herramienta inadecuada para el desmontaje de los capuchones de las bujías	Pérdida de potencia debido a corrientes de fuga, peligro de corto circuito, desgaste prematuro de los cilindros
4.1.2	BUJÍAS (Generación de la chispa para el encendido de la mezcla aire-combustible)	Generación inadecuada de la chispa de encendido	Rotura del aislante de electrodo de bujía Valor térmico de la bujía bajo, debido a mala elección Valor térmico de la bujía alto, debido a mala elección	No se alcanza la temperatura de autolimpieza de la bujía, encendidos incontrolados por incandescencia, formación de depósitos de carbón en electrodo principal, conducción inestable

SISTEMA:		SISTEMA ELÉCTRICO MOTOR		
SUBSISTEMA:		4.2 COMPONENTES ELÉCTRICOS		
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFFECTOS	
	(Pérdida de función)	(Causa de Falla)		
4.2.1	LUCES (Iluminar la vía de circulación, y también funciona como elemento de seguridad)	Iluminación inadecuada	<p>Ángulo de iluminación del faro delantero incorrecto</p> <p>No existe iluminación debido a focos, o fusibles quemados</p>	Visualización de la vía por parte del conductor incorrecta, riesgo de accidente
4.2.2	TABLERO DE MANDO (Permitir la visualización de los códigos de falla y de funcionamiento de la motocicleta)	Visualización errónea de fallos y funcionamiento de la motocicleta	<p>No se observan señales en el tablero debido a fusibles quemados</p> <p>No se visualiza las señales debido a focos del tablero quemados.</p>	Visualización de señales errónea.

Anexo F: Competencias profesionales del supervisor

El supervisor de los técnicos de motocicletas deberá tener las competencias profesionales detalladas a continuación:

- Técnico en Mecánica de Mantenimiento.
- Cursos en habilidades blandas.
- Cursos en aplicación de herramientas Lean Manufacturing.
- Experiencia de 02 años en posiciones similares como técnico de motocicletas o de supervisor en campo de servicio de mantenimiento en el rubro.
- Licencias de conducir: A-II-A
- Conocimientos de mecánica de motos, electricidad, normas de seguridad, manuales y reglamento de motocicletas.