

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS PARA LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DEL PROYECTO TESLA EVEREST
CHASSIS EN LA EMPRESA WEWIRE COROPLAST
CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L. DE C.V.”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

Elaborada por:

JUAN DIEGO RUIZ CHÁVEZ

Para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Asesora:

ING. ALEJANDRA MARTÍNEZ CORIA

Salvatierra, Gto.

Octubre, 2024



FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Lugar y fecha: 04 de octubre de 2024

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. M.C.P. OMAR GIL VÁZQUEZ

Jefe(a) de la División de Estudios Profesionales o su equivalente en los Institutos Tecnológicos Descentralizados

PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre:	Juan Diego Ruiz Chavez
Carrera:	Ingeniería Industrial
No. De Control	IN19110056
Nombre del proyecto:	Optimización de tiempos para la línea de producción del proyecto tesla everest chasis en la empresa wewire coroplast cable trading Mexico S. de R. L. de C.V.
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

M.C.P. Omar Gil Vázquez

Ing. Alejandra Martínez Coria Nombre y firma del Asesor	DRA. Ana Luisa Olvera Montoya Nombre y firma del revisor	Ing. Erik Gerardo Martínez Gómez Nombre y firma del revisor

*Solo aplica en caso de Tesis

Ccp. Expediente



AGRADECIMIENTOS

A mis hermanas, a mis familiares y sobre todo a mi abuela Lidia García Moreno que me ayudaron y acompañaron durante todo mi proceso, apoyándome emocional y económicamente, quienes me han enseñado día tras a día a terminar lo iniciado y no darme por vencido.

A mi asesora de proyecto, Ing. Alejandra Martínez Coria, por sus conocimientos, por todo el apoyo brindado durante la elaboración dentro de este proyecto.

A la empresa *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V* COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V por abrir las puertas de su empresa, además de brindarme la información que necesitaba y dejar implementar mejoras al proceso para hacer realidad el presente proyecto.

Finalmente, al grupo de trabajo de ingeniería de la empresa *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V* por darme la oportunidad de conocer a personas tan extraordinarias, excelentes amigos y sobre todo grandes mentores que me ayudaron en el transcurso de estar de residente en su empresa.

A todos les expreso mis más sinceros agradecimientos y les deseo éxito en toda su vida.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mi familia, quienes han sido y serán la base de todos mis éxitos que logre tener en mi vida, siempre me apoyaron de manera emocional, intelectual y económicamente, quienes han estado siempre conmigo en momentos de dificultades y de triunfo.

Ustedes son las personas a quien dedico y dedicare cada uno de mis logros que logre cumplir en mi vida.

RESUMEN

El estudio de tiempos es muy importante para las empresas, debido a que con estos pueden optimizar sus tiempos de producción a un mejor nivel, en la empresa *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V* COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V, está enfocada al giro automotriz encargada de la realización de arneses automotrices, esta empresa presenta problemáticas debido a que sus tiempos de producción están elevados para realizar una pieza terminada dentro de la línea TESLA EVEREST CHASSIS, dentro de esta línea se realizan 2 tipos de arneses diferentes, el arnés trasero y el arnés frontal.

Este proyecto ayudara a optimizar los tiempos de fabricación dentro de esta línea, parte con la obtención de la información necesaria para identificar la actualidad del proceso de la línea, además de observar cómo están divididas las estaciones de trabajo para la construcción de los arneses. Del mismo modo identificar las actividades o tareas que se realizan dentro de estas estaciones de trabajo, así como problemáticas que se tiene que generan tiempos de botella o tiempos muertos.

Mediante la medición de tiempos por cortometraje y el uso de videograbaciones del proceso se obtuvieron los tiempos estándar de cada una de las actividades dentro de las diferentes estaciones de trabajo tanto para el arnés trasero y el arnés frontal, después se prosiguió a utilizar herramientas de ingeniería como es el caso del uso del diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto y el diagrama de *Yamazumi* esto con el fin de identificar correctamente las actividades que generan más tiempo al proceso, tiempos muertos y cuellos de botella.

Posteriormente de identificar las problemáticas dentro de la línea se prosiguió a darles solución con un rebalanceo del proceso de las estaciones, hablando de tiempos muertos originados por las actividades, problemas de material, equipos, herramientas o mesas de trabajo. Al terminar de implementar los cambios propuestos y eliminar los problemas de producción se logró reducir

un 8.85% en los tiempos del arnés trasero y reduciendo un 6.81% el tiempo total del arnés frontal.

Palabras clave: Estudio de tiempos, Actividades, Producción, Optimización, Arnés, Tiempo promedio o estándar, Capacidad de producción.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	viii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES.....	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Objetivo General	15
1.3. Objetivos Específicos	16
1.4. Justificación del proyecto	17
1.5. Hipótesis	18
1.6. Alcance del proyecto	19
1.7. Limitaciones	20
1.8. Descripción detallada de las actividades	21
1.9. Lugar donde se realizará el proyecto	23
1.10. Información sobre la empresa	24
CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA	25
2.1 Fundamentos teóricos.....	25
2.1.1 Fundamentos del proyecto	25
2.1.2 Fundamentos para el desarrollo del proyecto	29
2.2 Filosofía de la empresa	29
2.2.1 Misión	29
2.2.2 Visión	29
2.2.3 Valores	29
2.2.4 Objetivos.....	29
2.3 Tecnología actual de la empresa	30
CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO.....	33
3.1. Estudio de tiempos	33
3.1.1 Importancia del estudio de tiempos.....	33
3.1.2 Tiempos muertos	34
3.1.3 Tiempo estándar	35
3.1.4 Técnicas de cortometraje.....	36
3.2. Productividad	37
3.2.1 Producción	37

3.2.2 Eficiencia, Eficacia y Efectividad	38
3.2.3 Relación entre tiempo y productividad	40
3.3. Distribución de planta	40
3.3.1 Tipos de distribución de planta	41
3.3.2 Objetivos de la distribución de planta.....	42
3.3.3 Factores que influyen en la distribución de planta	43
3.4 Diagramas	44
3.4.1 Diagrama Ishikawa.....	44
3.4.2 Diagrama <i>Yamazumi</i>	45
3.4.3 Diagrama de flujo	46
3.4.4 Diagrama de Pareto	47
3.4.5 Diagrama de interrelaciones	48
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA	50
4.1 Enfoque de investigación	50
4.2 Tipo de investigación	51
4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos	54
4.4 Método.....	55
4.4.1 Objetivo 1: Recolección los tiempos que se realizan dentro de la línea TESLA EVEREST CHASSIS.	55
4.4.2 Objetivo 2: Identificación de los tiempos muertos y el cuello de botella que afecta al proceso.....	57
4.4.3 Objetivo 3: Implementación mejoras que permitan la disminución de tiempos.	60
CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....	61
5.1 Objetivo 1: Recolección los tiempos que se realizan dentro de la línea TESLA EVEREST CHASSIS.	61
5.2 Objetivo 2: Identificación de los tiempos muertos y el cuello de botella que afecta al proceso	76
5.3 Objetivo 3: Implementación mejoras que permitan la disminución los tiempos.....	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	171
Conclusiones	171
Recomendaciones.....	173
GLOSARIO	174
ANEXOS.....	175
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos generales de la empresa	24
Tabla 2 Tecnología actual de la empresa	30
Tabla 3 Toma de tiempos Recomendada	55
Tabla 4 Proceso de elaboración del arnés trasero	64
Tabla 5 Proceso de elaboración del arnés frontal	69
Tabla 8 Tabla de ocurrencia de las problemáticas	101
Tabla 9 Comparativa y porcentaje de reducción de tiempos	151
Tabla 10 Comparativa y porcentaje de reducción de tiempos del arnés frontal	169

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ilustración satelital de la empresa.....	23
Ilustración 2 Software del diagrama de <i>yamazumi</i>	57
Ilustración 3 Simbología del diagrama de <i>yamazumi</i>	58
Ilustración 4 Data de llenado del diagrama de <i>yamazumi</i>	58
Ilustración 5 Estaciones en el <i>lay out</i>	61
Ilustración 6 Arnés trasero	63
Ilustración 7 Arnés Frontal	64
Ilustración 8 Estudio de tiempos arnés trasero	74
Ilustración 9 Estudio de tiempos arnés frontal.....	75
Ilustración 10 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés trasero 1-6.....	76
Ilustración 11 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés trasero 2-6.....	77
Ilustración 12 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés trasero 3-6.....	77
Ilustración 13 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés trasero 4-6.....	78
Ilustración 14 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés trasero 5-6.....	79
Ilustración 15 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés trasero 6-6.....	79
Ilustración 16 Comparativa de tiempos del ensamble de conectores del arnés trasero.....	80
Ilustración 17 Fixtura mal diseñada del arnés trasero.....	81
Ilustración 18 Diseño 3D de Fixtura para el arnés Trasero	81
Ilustración 19 Fixtura diseñada correctamente para el arnés trasero.....	82
Ilustración 20 Comparativa del cierre del candado del DAMPER CONNECTOR 1 y 2 del arnés trasero	82
Ilustración 21 Problemática del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés trasero .	83
Ilustración 22 Solución del cierre de candado del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés trasero	84
Ilustración 23 Comparativa del cierre de candados de los conectores del arnés trasero.....	85
Ilustración 24 Ejemplo del cierre del conector principal	85
Ilustración 25 Solución del cierre del candado del CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR del arnés trasero	86

Ilustración 26 Comparativa del cierre de candados 2	87
Ilustración 27 Ejemplo del cierre del candado del EPB CONNECTOR.....	87
Ilustración 28 Solución del cierre del candado del EPB CONNCETOR del arnés trasero.....	88
Ilustración 29 Tiempo de verificación de los componentes del arnés (prueba eléctrica) del arnés trasero.....	89
Ilustración 30 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés frontal 1-3.....	90
Ilustración 31 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés frontal 2-3.....	91
Ilustración 32 Diagrama de <i>yamazumi</i> arnés frontal 3-3.....	92
Ilustración 76 Comparativa de tiempos del ensamble de conectores del arnés frontal	93
Ilustración 77 Fixtura mal diseñada del arnés frontal	93
Ilustración 78 Fixtura 3D diseñada para el arnés frontal	94
Ilustración 79 Fixtura diseñada correctamente para el arnés frontal.....	94
Ilustración 80 Comparativa del cierre del candado del DAMPER CONNECTOR 1 y 2 del arnés frontal.....	95
Ilustración 81 Problemática del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés frontal ..	95
Ilustración 82 Cierre del candado del <i>DAMPER CONNECTOR 1</i> del arnés frontal	96
Ilustración 83 Comparativa del cierre de candados de los conectores del arnés frontal	97
Ilustración 84 Ejemplo del cierre del candado del <i>WSS ACCELEROMETER CONNECTOR</i>	97
Ilustración 85 Solución del cierre del candado del <i>WSS ACCELEROMETTER CONNECTOR</i> del arnés frontal	98
Ilustración 86 Tiempo de verificación de los componentes del arnés (prueba eléctrica) del arnés frontal	99
Ilustración 12 Respuestas de la encuesta.....	100
Ilustración 13 Diagrama de Ishikawa	102
Ilustración 82 Diagrama de Pareto.....	103
Ilustración 15 Actividad 1 de preensamble 1 arnés trasero.....	105
Ilustración 16 Actividad 2 de preensamble 1 arnés trasero.....	105
Ilustración 17 Actividad 3 de preensamble 1 arnés trasero.....	106
Ilustración 18 Actividad 4 de preensamble 1 arnés trasero.....	106

Ilustración 19 Actividad 5 de preensamble 1 arnés trasero.....	107
Ilustración 20 Actividad 6 de preensamble 1 arnés trasero.....	107
Ilustración 21 Actividad 7 de preensamble 1 arnés trasero.....	108
Ilustración 22 Actividad 1 de preensamble 2 arnés trasero.....	111
Ilustración 23 Actividad 2 de preensamble 2 arnés trasero.....	111
Ilustración 24 Actividad 3 de preensamble 2 arnés trasero.....	112
Ilustración 25 Actividad 4 de preensamble 2 arnés trasero.....	112
Ilustración 26 Actividad 5 de preensamble 2 arnés trasero.....	113
Ilustración 27 Actividad 6 de preensamble 2 arnés trasero.....	113
Ilustración 28 Actividad 7 de preensamble 2 arnés trasero.....	114
Ilustración 29 Actividad 8 de preensamble 2 arnés trasero.....	114
Ilustración 30 Actividad 1 de ensamble del arnés trasero	116
Ilustración 31 Actividad 2 de ensamble del arnés trasero	117
Ilustración 32 Actividad 3 de ensamble del arnés trasero	118
Ilustración 33 Actividad 1 de preensamble 1 arnés frontal	121
Ilustración 34 Actividad 2 de preensamble 1 arnés frontal	121
Ilustración 35 Actividad 3 de preensamble 1 arnés frontal	122
Ilustración 36 Actividad 4 de preensamble 1 arnés frontal	122
Ilustración 37 Actividad 5 de preensamble 1 arnés frontal	123
Ilustración 38 Actividad 6 de preensamble 1 arnés frontal	123
Ilustración 39 Actividad 1 de preensamble 2 arnés frontal	126
Ilustración 40 Actividad 2 de preensamble 2 arnés frontal	126
Ilustración 41 Actividad 3 de preensamble 2 arnés frontal	127
Ilustración 42 Actividad 4 de preensamble 2 arnés frontal	127
Ilustración 43 Actividad 5 de preensamble 2 arnés frontal	128
Ilustración 44 Actividad 6 de preensamble 2 arnés frontal	128
Ilustración 45 Actividad 7 de preensamble 2 arnés frontal	129
Ilustración 46 Actividad 8 de preensamble 2 arnés frontal	129
Ilustración 47 Actividad 1 de ensamble del arnés frontal	131
Ilustración 48 Actividad 2 de ensamble del arnés frontal	132
Ilustración 49 Actividad 3 de ensamble del arnés frontal	133
Ilustración 87 Nueva actividad 1 de preensamble 1 arnés trasero.....	136
Ilustración 88 Nueva actividad 2 de preensamble 1 arnés trasero.....	136
Ilustración 89 Nueva actividad 3 de preensamble 1 arnés trasero.....	137

Ilustración 90 Nueva actividad 4 de preensamble 1 arnés trasero	137
Ilustración 91 Nueva actividad 5 de preensamble 1 arnés trasero	138
Ilustración 92 Nueva actividad 6 de preensamble 1 arnés trasero	138
Ilustración 93 Nueva actividad 7 de preensamble 1 arnés trasero	139
Ilustración 94 Nueva actividad 8 de preensamble 1 arnés trasero	139
Ilustración 95 Nueva actividad 1 de preensamble 2 arnés trasero	141
Ilustración 96 Nueva actividad 2 de preensamble 2 arnés trasero	141
Ilustración 97 Nueva actividad 3 de preensamble 2 arnés trasero	142
Ilustración 98 Nueva actividad 4 de preensamble 2 arnés trasero	142
Ilustración 99 Nueva actividad 5 de preensamble 2 arnés trasero	143
Ilustración 100 Nueva actividad 6 de preensamble 2 arnés trasero	143
Ilustración 101 Nueva actividad 7 de preensamble 2 arnés trasero	144
Ilustración 102 Nueva actividad 8 de preensamble 2 arnés trasero	144
Ilustración 103 Nueva actividad 1 de ensamble del arnés trasero	146
Ilustración 104 Nueva actividad 2 de ensamble del arnés trasero	147
Ilustración 105 Nueva actividad 3 de ensamble del arnés trasero	148
Ilustración 106 Nuevo estudio de tiempos para el arnés trasero	150
Ilustración 107 Comparativa de tiempos del arnés trasero	151
Ilustración 108 Nueva actividad 1 del preensamble 1 del arnés frontal	154
Ilustración 109 Nueva actividad 2 del preensamble 1 del arnés frontal	154
Ilustración 110 Nueva actividad 3 del preensamble 1 del arnés frontal	155
Ilustración 111 Nueva actividad 4 del preensamble 1 del arnés frontal	155
Ilustración 112 Nueva actividad 5 del preensamble 1 del arnés frontal	156
Ilustración 113 Nueva actividad 6 del preensamble 1 del arnés frontal	156
Ilustración 114 Nueva actividad 7 del preensamble 1 del arnés frontal	157
Ilustración 115 Nueva actividad 1 del preensamble 2 del arnés frontal	159
<i>Ilustración 116 Nueva actividad 2 del preensamble 2 del arnés frontal</i>	<i>159</i>
Ilustración 117 Nueva actividad 3 del preensamble 2 del arnés frontal	160
Ilustración 118 Nueva actividad 4 del preensamble 2 del arnés frontal	160
Ilustración 119 Nueva actividad 5 del preensamble 2 del arnés frontal	161
Ilustración 120 Nueva actividad 6 del preensamble 2 del arnés frontal	161
Ilustración 121 Nueva actividad 7 del preensamble 2 del arnés frontal	162
Ilustración 122 Nueva actividad 8 del preensamble 2 del arnés frontal	162
Ilustración 123 Nueva actividad 1 del ensamble del arnés frontal	164

Ilustración 124 Nueva actividad 2 del ensamble del arnés frontal.....	165
Ilustración 125 Nueva actividad 3 del ensamble del arnés frontal.....	166
Ilustración 126 Nuevo estudio de tiempos del arnés frontal	168
Ilustración 127 Comparativa de tiempos del arnés frontal	169

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto se realizara con el objetivo de optimizar los tiempos de producción en la empresa *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V* COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. de R.L, enfocada en el giro automotriz que se encargada de construir arneses automotrices, esta empresa muestra fallas en su proceso de producción de dos arneses de la línea TESLA EVEREST CHASSIS, este proyecto tiene el fin de identificar los tiempos muertos y cuellos de botella dentro de la línea, con el fin de eliminarlos o minimizarlos.

En el primer capítulo despliega los datos generales del proyecto, como son, el planteamiento del problema, objetivos generales y específicos, justificación del proyecto, alcance del proyecto, las limitaciones que se tendrá en la realización de este proyecto, de la misma manera se habla sobre la descripción detallada de actividades que se implementan para concluir el proyecto así como una demostración grafica del tiempo transcurrido en completar estas actividades y por último se mencionara la información de la empresa así como su ubicación.

En el segundo capítulo muestra los fundamentos que se tiene para la realización de este proyecto, tanto como internos por parte de la empresa y los externos que son similares a este proyecto, esto con el fin de identificar como lograron obtener resultados a través de varias herramientas de ingeniería. Así mismo se mostrará la información de la empresa como su filosofía y la tecnología que tiene que ver con el desarrollo del proyecto.

En el tercer capítulo muestra los diferentes conceptos que tienen que ver con este proyecto, que van desde hablar sobre ¿Qué es un estudio de tiempos? Y demás información complementaria para poder tener mejor control sobre qué es lo que hará y obtendrá respectivamente.

En el penúltimo capítulo presenta la metodología del proyecto, como se obtuvieron los datos para la realización de este proyecto, que va desde el enfoque de la investigación, así como el tipo de investigación que tiene este proyecto y como se realizaron los pasos para obtener los mejores datos, así mismo obtener los datos necesarios para el proyecto.

Y por último en el capítulo 5 expone los resultados con la implementación de todas las herramientas que se utilizaron en este proyecto, así como la comparativa de la actualidad de la empresa con la implementación de este proyecto.

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente en la industria se cuenta con sistemas que ayudan a optimizar los tiempos de producción, esto con el fin de lograr tener una efectividad dentro de sus procesos en donde fabrica un producto determinado o para realizar un servicio. Con la ayuda de este se puede conseguir que los tiempos de espera entre los procesos o áreas se reduzcan, de esta manera la empresa puede lograr cumplir con la demanda de productos que tenga establecida.

Con el estudio de tiempos se pueden analizar perfectamente todas las actividades que se realizan dentro del proceso de elaboración de un producto o servicio, con el fin de identificar si hay factores ajenos que afecten o intervengan en el proceso, además determina cuál será la forma más apta de trabajo y genere mejores beneficios.

En la empresa *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V* COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. de R.L enfocada al área automotriz se encarga de realizar arneses automotrices, esta no cuenta con un sistema de tiempos que ayude a la optimización de las líneas, así mismo las actividades generan tiempos muertos o cuellos de botella dentro los procesos con los que cuenta. Esta empresa cuenta con una nueva línea de producción “TESLA EVEREST CHASSIS” que de igual manera no cuenta con una optimización en sus tiempos de fabricación, además de que presentan problemáticas por factores tanto internos como externos.

La utilización de esta técnica tiene grandes beneficios al poder obtener y determinar los tiempos estándar durante las actividades o pasos que se hacen para llevar a cabo un producto, todo esto generado a que con la técnica se

emplea para poder registrar los tiempos y ritmos de trabajo que se tienen en los pasos a seguir en una actividad que está definida.

1.2. Objetivo General

Optimizar los tiempos para la línea de producción del proyecto *TESLA EVEREST CHASSIS*.

1.3. Objetivos Específicos

A continuación, se muestran los objetivos que se realizarán para la elaboración de este proyecto.

- Recolectar los tiempos que se realizan dentro de la línea *TESLA EVEREST CHASSIS*.
- Identificar los tiempos muertos y el cuello de botella que afecta al proceso.
- Implementar mejoras que permitan la disminución de tiempos.

1.4. Justificación del proyecto

El realizar este proyecto es de suma importancia para tener un control sobre los tiempos que se realizan dentro de la fabricación de los productos de la línea “*TESLA EVEREST CHASSIS*”, además con esto se puede identificar los tiempos de espera más largos que se tiene entre actividades y de esta misma manera buscar soluciones para que el tiempo de elaboración de los productos sea mucha más efectiva y eficaz.

De igual manera con la optimización de tiempos se pueden generar beneficios para la empresa, esto al buscar maximizar la eficiencia y la eficacia de los empleados, además de contar con una mejor resolución de problemas, mejora al proceso, mejor rendimiento en las actividades que se realizan, etc.

Con la realización de este proyecto se espera que la empresa *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. de R.L*, logre obtener una optimización en sus tiempos de fabricación, con el fin de cumplir con los requerimientos que el cliente establecido. Además de identificar posibles factores que generen cuellos de botellas o tiempos muertos, con esto se podrá encontrar soluciones para eliminarlos o minimizarlos.

Al reducir los tiempos de elaboración de los productos terminados se pueden maximizar los ingresos que estos generan, por lo tanto, la empresa puede generar más productos en el mismo tiempo disponible que se tiene. El estudio de tiempos es un técnico primordial que utilizan las empresas para que puedan determinar y establecer los tiempos óptimos que se deben de realizar en las actividades para así cumplir con la meta establecida y fijada por la empresa.

De la misma manera, eliminar las actividades que no le generen valor al producto o actividades innecesarias que solamente aumentan el tiempo de producción de los productos y poder tener un control mucho mayor sobre el proceso con la ayuda de identificar las actividades clave de la línea de producción.

1.5. Hipótesis

Hipótesis alternativa

Con la implementación de este proyecto de optimización de tiempos de la línea TESLA EVERET CHASSIS, se mejorarán los tiempos de producción al mismo tiempo que aumentara la eficiencia y la producción del arnés frontal y trasero.

Hipótesis nula

No hay mejora en los tiempos de producción, así mismo no se muestra un aumento en la eficiencia y producción del arnés frontal y trasero con la implementación de este proyecto en la línea TESLA EVEREST CHASSIS.

1.6. Alcance del proyecto

El proyecto se realizará en la empresa *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. de R.L* en la línea *TESLA EVEREST CHASSIS*, en el cual tendrá beneficios para las áreas de:

- Ingeniería: en el área de ingeniería se tiene como impacto del proyecto al tener una mejor forma de estandarizar los tiempos de los procesos, identificar problemáticas que tiene la línea de producción y darles solución.
- Calidad: el área de calidad se impactará para tener un mejor estándar sobre los araneses que se realicen dentro de esta línea, además de evitar problemáticas que puedan afectar tanto al proceso como al producto.
- Logística y compras: el área de logística y compras se verá afectada con esta línea nueva al tener que obtener los requerimientos necesarios para cumplir con la demanda del cliente, cotizando los mejores precios que se puedan obtener y minimizando los costos, además de tener mejor control sobre el movimiento de los productos terminados para su próximo envío al cliente.
- Producción: el área de producción se verá afectada con esta línea al tener que capacitar a los trabajadores para que se tenga un mejor entendimiento de lo que se realizara dentro de esta línea, además de llevar el control de las piezas se concluyan positivamente y no se tenga paros de producción.
- Mantenimiento: el área de mantenimiento tendrá un impacto en la capacitación de sus trabajadores al tener maquinaria nueva, para poder identificar cuáles son todos los componentes de esta máquina y como poder repararla adecuadamente en caso de que tenga alguna problemática.

1.7. Limitaciones

Las limitaciones que se tienen en el desarrollo de este proyecto en la empresa WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V Celaya son las siguientes:

- Paros de línea.
- Acceso a documentación de apoyo por políticas de la empresa.
- No cuenta con el personal suficiente para esta línea de producción.
- Falta de capacitación en el personal.

1.8. Descripción detallada de las actividades

El siguiente listado explica las actividades a desarrollar en el desarrollo de este proyecto en la línea TESLA EVERETS CHASSIS.

1. Observar el proceso: se debe de observar el proceso para poder identificar cuáles son las diferentes actividades que se realizan dentro de la línea donde se realizara el proyecto, con esto mismo se puede obtener mucha información del proceso, como sus componentes, cuáles herramientas y materiales se utilizan.
2. Diagnóstico: en esta actividad lo que se realizara primeramente es obtener información de la empresa, que es lo que hace, como lo hace, qué productos realiza, cuál es el proceso que este realiza y cuantas líneas tiene.
3. Desarrollo de una plantilla para recabar los tiempos de la línea de producción: se desarrollará una plantilla estandarizada para poder recabar las actividades que se realizan dentro de este proceso, así como los tiempos de estos mismos, esto con el fin para sacar el tiempo total que se tarda en realizar un producto.
4. Recabar los tiempos del proceso de elaboración de los arneses: para poder recabar los tiempos del proceso se utilizarán dos técnicas de cortometraje, la primera técnica es el cronómetro vuelta a cero, que es la forma en la cual se puede tomar un tiempo por proceso y después regresar a 0 para comenzar la siguiente actividad y la técnica de grabación mediante cámara, esto con el fin de obtener la mayor cantidad de tiempos de varias corridas de producción.
5. Identificar tiempos muertos: es la forma en la cual se puede analizar y reconocer las actividades que se alargan más y que no generen valor al producto y solamente cause un aumento en los tiempos de producción.
6. Identificar problemas de la línea de producción: en esta actividad se obtienen las problemáticas que afectan al proceso, estos pueden ser tanto como externos o internos, se pueden identificar mediante el uso del diagrama de Pareto para identificar cuáles afectan más al proceso y con

la ayuda del diagrama de Ishikawa para encontrar las causas principales que ocasionan estas problemáticas.

7. Analizar información e identificar el método a utilizar: se empieza analizar toda la información obtenida, con esto se puede identificar cual serán las actividades y cambios que se deben de realizar para optimizar el proceso y por ende reducir los tiempos de producción.
8. Implementación de herramientas para corregir problemáticas: las herramientas que se obtengan mediante el análisis de la información se llevaran a cabo para que el proceso se optimice, asimismo se pueda realizarse los cambios que se deben de hacer para que se reduzcan los tiempos del proceso.
9. Capacitación a los trabajadores: la capacitación tendrá un papel importante para realizar correctamente los cambios, esto originado a que si los obreros no entienden correctamente el cambio en lugar se presenten mejoras se tendrá lo contrario causando más problemáticas.
10. Recabar los tiempos del proceso de elaboración del arnés: después de haber concluido con los cambios y mejoras en el proceso, se procederá a tomar nuevamente los tiempos del proceso.
11. Análisis de resultados: por último, se analizarán los resultados finales, todo esto con el fin de obtener la comparativa entre el proceso anterior al nuevo implementado y verificar que si se tiene mejores beneficios en el proceso.

1.9. Lugar donde se realizará el proyecto

En la Ilustración 1, muestra una vista satelital de la empresa:

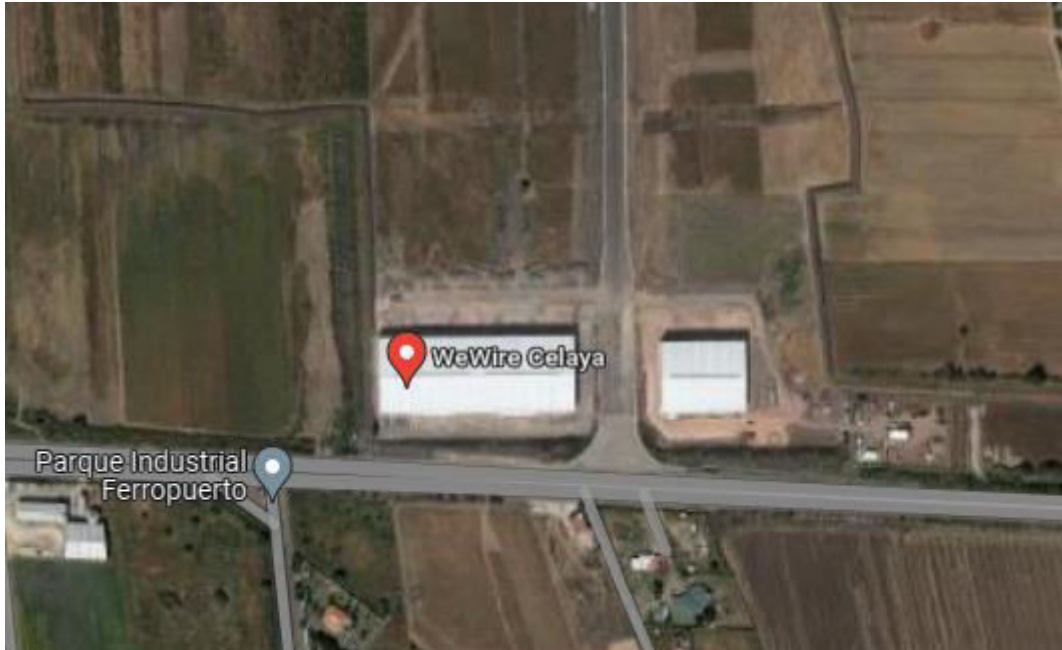


Ilustración 1 Ilustración satelital de la empresa

Fuente: [https://www.google.com/maps/search/WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V+Celaya/@20.4235841,100.7874331,1105m/data=!3m1!1e3?entry=ttu](https://www.google.com/maps/search/WEWIRE_COROPLAST_CABLE_TRADING_MÉXICO_S._De_R.L_de_C.V+Celaya/@20.4235841,100.7874331,1105m/data=!3m1!1e3?entry=ttu)

1.10. Información sobre la empresa.

En la Tabla 1, se muestran los datos más importantes de la empresa, entre ellos está, el giro y el RFC de la empresa.

Tabla 1 Datos generales de la empresa

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Nombre:	<i>WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V Celaya</i>
Giro:	Automotriz
Domicilio:	Av. Márquez Bajío no.100, Celaya, México C.P 38150.
Teléfono:	466-235-17-28
E-mail:	karen.paredes@wewire- harness.com
RFC:	CCT1600314KZ2
Nombre del contacto:	Karen Paredes

Fuente: ITESS

CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Fundamentos teóricos

2.1.1 Fundamentos del proyecto

1.- Un primer trabajo corresponde a Daniel Bello Parra, Félix Murrieta Domínguez y a Carlos Alberto Cortes Herrera (2020), quien realizó el trabajo “Análisis de tiempos y movimientos en el proceso en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias” donde se habla principalmente sobre cómo la técnica de tiempos y movimientos es de gran ayuda para las empresas, debido a que esto ayuda que se genere un valor más grande para tener un trabajo de la manera más eficiente y eficazmente posible.

Además de que en este trabajo se dice que la técnica de tiempos y movimientos ayuda para poder identificar los problemas en la productividad por parte de los obreros de una empresa y por ende encontrar soluciones para estos problemas e incrementar la productividad. En este estudio se utilizó principalmente la técnica de cronómetro a vuelta a cero (el reloj se acciona al comienzo del primer elemento del ciclo y al final de cada elemento para que después se muestre el tiempo final que se lleva para cada elemento y se regresa a cero), además de describir las actividades que se realizaron en el proceso de esta manera conseguir los datos necesarios en las estaciones de trabajo para el estudio de tiempo y movimientos. (Cortes, 2020)

El uso de la herramienta de calidad “*Diagrama de Ishikawa* o el método de las 6M” se utilizó para poder identificar las principales causas que ocasionan una baja en la productividad, calificando la Mano de obra, Maquinaria, Materia, Método, Madre-naturaleza y Medición de todo el proceso para así lograr estandarizar todas las operaciones con la ayuda de un diagrama de flujo de proceso y finalmente se estableció el tiempo de producción aplicando nuevamente un estudio de tiempos por cronómetro a vuelta a cero. (Cortes, 2020)

2.- Un trabajo correspondiente a Cecilia Cuevas Ortega, Yoshi Ángel González Montenegro, María del Carmen Torres Salazar y María Guadalupe Valladares Cisneros (2020), quienes realizaron el artículo “Importancia de un estudio de tiempos y movimientos” donde se habla sobre la importancia de realizar un estudio de tiempos y movimientos en los centros de trabajo en todas las áreas que se utilice la mano de obra de las personas para llevar a cabo una actividad, se pueden utilizar en empresas, industrias, laboratorios de centros de investigación, entre muchas otras.

La finalidad de este estudio es presentar estrategias para que se realice de forma eficiente cualquier proceso o actividad que se lleve a cabo para lograr fabricar algún producto, además también se comenta sobre cómo se debe de tomar en cuenta también las necesidades de los trabajadores, practicantes, personal técnico y administrativo que tenga la empresa o industria deberán de dominar la técnica que se utilizara en proceso o actividad y lograr así optimizarlo de mejor manera. (Torres, 2020)

3.- Miguel Alejandro Peña Valbuena (2021), realizo la tesis para optar el título e ingeniero industrial “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Aluminios y vidrios estructurales S.A.S.” en donde se puede hacer un cambio muy significativo para la empresa utilizar herramientas de ingeniería para realizar estudios de tiempos y movimientos en las industrias. A través de las herramientas de ingeniería se lograron determinar tiempos y movimientos en los cuales se pueden aumentar la productividad de la empresa, en el cual también se logró observar actividades críticas y lograr realizar una propuesta de mejora para la empresa que beneficie al proceso de fabricación, el rediseño y distribución de la planta, además de implementar nueva maquinaria para permitir reducir los tiempos y costos de fabricación. (Peña, 2021)

En el desarrollo de este trabajo se visualiza que la fábrica tiene una producción por producto del 66.6% y la productividad diaria es de 62% fabricando 10 productos por día que en este caso vendría siendo el producto que se analizó que son los sistemas deslizantes para divisiones de baño, la jornada laboral con

la que cuenta la empresa es de 8.5 horas con 2 operarios al día. La propuesta de mejora logra visualizar una mejora al con las mismas condiciones de trabajo al poder fabricar 12 productos por día aumentando así a una productividad de 74.62% por producto y una productividad diaria de 75%.

De igual manera con la ayuda de formatos de hojas de vida para cada uno de los productos y materias primas, además de realizar diagramas de procesos, diagrama de bloques, cursogramas del proceso, diagramas hombre-máquina, etc. Con todos esto se puede identificar que hay una mejora del 11% en el tiempo de producción de los productos y por último la propuesta de mejora prevé que la distribución de planta propuesta puede mejorar los costos de traslados que se tienen actualmente de \$7,933,600 y en la propuesta es un costo de \$5,000,800 mejorando los costos un 63%. (Peña, 2021)

4.- Jaime Iván Yumbulema Yumbulema (2023), realizo el proyecto de investigación "Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en el proceso de producción de suelas para calzado en la empresa *PREPLAST*" donde se parte desde la identificación del producto con más demanda en la línea de producción, siendo este la suela Lili expanso chocolate 37 y en el cual se aplicó el estudio de tiempos y movimientos.

Este proyecto de investigación se dejó como una propuesta de implementación en el cual se utilizaron diferentes herramientas para lograr obtener las diferentes propuestas y mejoras que se pueden implementar, como por ejemplo: el diagrama de flujo, diagrama analítico, diagrama sinóptico, diagrama hombre máquina, diagrama de recorrido, redistribución de planta y aplicación de la metodología *SMED* para así lograr recolectar datos necesarios para así se establecer mejoras en el proceso productivo de la empresa. (Yumbulema, 2023)

Como resultados de la investigación se logró establecer el tiempo estándar de todas las actividades y áreas que conformas el proceso de elaboración de la suela, a partir de todos aquellos movimientos, tiempos y distancias recorridas se planteó una redistribución de planta con la finalidad de

reducir los costos de transporte. Por medio del análisis de aquellas actividades que se realizan en el proceso de producción se pudo observar e identificar que el área de inyección existen transportes largos y dentro del proceso de molino existen exceso de transporte, por lo tanto, se propuso una distribución más óptima con la ayuda del software *WinQSB* que ayuda a tomar mejores decisiones al momento de hacer una distribución de planta, la propuesta puede ayudar a reducir un 19% los costos de transporte, igualmente después de implementar la propuesta se espera que se dé un aumento del 6% en la productividad del proceso de molino y un 2.26% en el proceso de inyección si se trabaje un solo modelo y un 15.84% cuando se trabaje con distintos modelos. (Yumbulema, 2023)

5.- Acuña Silva Katerin Patricia, Guarniz Colqui Alexis Roy (2021), tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial “Estudio de tiempos y movimientos para aumentar la productividad en el área de producción de la distribuidora Vania S.R.L, Trujillo” donde se habla principalmente sobre como el estudio de tiempos y movimientos ayudo a la distribuidora Vania a minimizar el tiempo elevado que existen entre las actividades que se realizan para la entrega de pedidos, todo esto tomando de muestra a 13 operadores de la línea de producción. (Acuña, 2021)

Los datos que se obtuvieron a través de entrevistas y encuestas realizadas hacia los operadores de la línea, además de esto se llevó a cabo evaluación de indicadores de producción, registro de salidas de productos terminados en cada línea de producción, diagramas, muestreo de tiempo de los operadores que se realizó el estudio, balanceo de líneas para tener la cantidad óptima de operadores en cada línea de producción y simulaciones para adaptar las líneas a una mejor manera mediante el software *ProModel*. Los resultados obtenidos fueron gratificantes por mejorar la productividad en el área de producción de cada una de sus líneas, disminuyendo sus tiempos de operación en un 21.9% y por ende incrementando su producción un 13.9% en promedio en cada una de sus líneas y aumento los indicadores tales como la eficiencia y la eficacia. (Acuña, 2021)

2.1.2 Fundamentos para el desarrollo del proyecto

En la empresa *Coroplast cable trading* México S. de R.L de C.V., *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V* Celaya, algunos antecedentes que maneja la empresa referente a los tiempos del proceso se obtienen mediante el uso de los tiempos de venta, estos se realizan con base en un catálogo de tiempos que cuenta la empresa, pero el catálogo no se puede mostrar debido a que es información confidencial únicamente para el uso de la empresa.

2.2 Filosofía de la empresa

2.2.1 Misión

Nuestra inquebrantable ambición de seguir impulsando la evolución de cada unidad de negocio individual impulsa el crecimiento de todo el Grupo *Coroplast* de gestión familiar, manteniendo un fuerte enfoque en nuestra cultura corporativa característica que representa la voluntad constante de cambio, la gestión sostenible, la solidez financiera y la independencia.

2.2.2 Visión

El grupo *Coroplast* ocupa invariablemente una posición de liderazgo en todos sus campos de negocio actuales y futuros. *Coroplast* es el socio elegido por los clientes y otras partes interesadas porque siempre pensamos en el futuro para mantener nuestra vanguardia.

2.2.3 Valores

La empresa como tal no cuenta con valores designados.

2.2.4 Objetivos

La empresa como tal no cuenta con objetivos designados.

2.3 Tecnología actual de la empresa

En la tabla 2, se muestra la tecnología que interviene en la línea “*TESLA EVEREST CHASSIS*”, así como su descripción e imagen de cada una para mejor entendimiento.

Tabla 2 Tecnología actual de la empresa

Nombre/Descripción	Imagen
Computadora Es una maquina capaz de obtener, procesa y analizar datos para uso.	
Cronometro Es un reloj digital capaz de medir intervalos de tiempo de escalas muy pequeñas inclusive fracciones de segundo.	
Montacargas Es un equipo móvil para la manipulación de cargas de alto peso para transportarla de una posición a otra.	

Patín Hidráulico Es una maquina capaz de transportar material de una posición a otra.	
Máquina de corte Es una maquina capaz de cortar cable a determinada longitudes además de desforrar las puntas de este para que se puedan ensamblar a los conectores requeridos.	
Maquinas TSK (Prueba eléctrica) Es una maquina capaz de comprobar y verificar que los productos funcionan correctamente y conducen la energía correctamente por todos sus componentes.	
Microlab Maquina utilizada para la verificación de las condiciones de los crimpados de los conectores o cables que utilizara la empresa y que se compruebe que tenga una buena calidad.	

LWB (Maquina de moldeo)

Es una maquina utilizada para moldear mediante inyección de plástico, sirve para Fabricar productos o piezas de plástico.



Crimpadora (Modelo SKM)

Es la maquina utilizada para crimpar los conectores que se utilizaran en la empresa, es la unión sin soldadura de varios componentes mediante la compresión de los cables que se utilizaran dentro de terminales.



Fuente: Propia

CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1. Estudio de tiempos

En síntesis, se puede decir que la técnica del estudio de tiempos sirve para poder registrar los ritmos y tiempos de trabajo de los operadores durante la elaboración de un producto determinado, con esta técnica ayuda a que se pueda identificar cual actividad en el proceso tiene un tiempo de elaboración más elevado debido a diferentes factores que pueden ser tanto externos como internos. Con esto se puede encontrar una posible medida para contrarrestar estos factores que aumentan el tiempo de elaboración y brindarle mejores beneficios a la empresa al reducir tiempos, optimizar el proceso, equilibrar el trabajo que deben de realizar los operadores para que sea igualitario, etc.

A continuación, se hablará de la importancia de aplicar un estudio de tiempos para poder ayudar en gran medida a reducir o eliminar los tiempos muertos, la mejor aplicación al estandarizar las actividades que se realizan en el proceso de elaboración de determinado producto. (Palacios, 2016)

3.1.1 Importancia del estudio de tiempos

En general, puede decirse que los estudios de tiempos se refieren a las mediciones que se realizan en cuanto al tiempo que una persona o una maquina gasta para realizar una operación. Este estudio incluye un análisis de los métodos, de los materiales y de los instrumentos utilizados o que han de utilizarse para la ejecución de cada una de las operaciones de un trabajo. (Ramírez, 2022)

Los estudios de tiempos tienen los siguientes propósitos:

- Encontrar la manera más económica de hacer el trabajo.
- Estandarizar los métodos, los materiales, los instrumentos y los equipos.
- Determinar el tiempo que una persona calificada y debidamente entrenada emplea en la ejecución del trabajo.

- Asistir y entrenar al trabajador en la utilización de métodos apropiados.
- Simplificar las operaciones al máximo.

En toda organización en donde se está aplicando la administración científica, los estudios de tiempos son de gran importancia para la programación de actividades y para el mejoramiento de los procedimientos en uso. Un estudio de tiempos cubre generalmente dos etapas: una primera etapa de diagnóstico y una segunda etapa de análisis y formulación de los nuevos métodos. (Ramírez, 2022)

Actualmente, los estudios de tiempos se realizan por profesionales en el campo de la ingeniería industrial y constituyen un instrumento básico para el incremento de la eficiencia gerencial en relación con la organización del trabajo en las fábricas y talleres, así como en el control de los procesos de la producción en las empresas o del trabajo repetitivo en las oficinas. (Ramírez, 2022)

3.1.2 Tiempos muertos

Se puede definir como tiempo muerto a aquel periodo de tiempo en el que algún sistema se encuentra fuera de operación debido a alguna falla o por estar en mantenimiento.

El tiempo muerto que se genera en las empresas en ocasiones no es dimensionado en su impacto directo en la economía de la organización; a mayor cantidad de tiempo muerto, menor producción, por lo tanto, menos ingresos en las finanzas de la empresa, sin contar los gastos que también generan estos tiempos muertos, en su mayoría por fallas en las máquinas de producción. En este capítulo se abordará brevemente este tema definiendo el concepto de tiempo muerto, así como el impacto que tiene en las empresas.

Impacto del tiempo muerto. (Vázquez, 2017)

Al presentarse una falla en alguno de los equipos de producción en una empresa, el costo que la compañía paga se divide en dos categorías: la primera

que incluye la mano de obra y el material empleados, y la segunda que implica el costo de la producción perdida por tiempo muerto, siendo esta la más importante para la empresa; la cantidad de este costo crece paralelo al tiempo que el equipo se encuentra fuera de operación.

Dentro de una empresa de grande escala, el costo de mantenimiento de equipo puede alcanzar hasta un 40% del presupuesto, por lo cual, al buscar la reducción de este, se presenta un área de oportunidad para buscar un ahorro financiero. (Vázquez, 2017)

3.1.3 Tiempo estándar

Hace referencia al sitio en donde los procesos laborales son organizados de acuerdo con las gestiones continuas que lleva la producción de la mercadería en un determinado tiempo supervisado, el siguiendo el orden requerido para su fabricación. (Soriano, 2021)

El punto de partida es en donde se colocan los fragmentos y piezas, para ser transformados en un producto final en la velocidad planeada. Ese tiempo dependerá de la actuación de empleados, maquinaria, equipos, trabajo en conjunto de personas y maquinas en los departamentos correspondientes, mientras que todo el proceso abarcará por lo general los siguientes puntos:

1. El artículo producido debe de estar estandarizado
2. La secuencia debe de ser repetida para otras operaciones de nuevos productos.
3. Es importante que los puestos de trabajo estén especializados en una tarea o diferentes fuentes de valor agregado.
4. Una nueva actividad comienza cuando la anterior haya finalizado por lo que son dependientes.
5. Todos los puestos de trabajo tienen que contar con igual grado de complejidad con la finalidad de avalar el equilibrio de la línea. (Soriano, 2021)

3.1.4 Técnicas de cortometraje

Para realizar el estudio de tiempo lo primero que deberá hacer el analista será elegir la herramienta o técnica para realizar el cronometraje. Existen varias técnicas de cronometraje cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes, estas son:

1. Uso del cronometro: Es el método más extendido y utilizado en las empresas, se divide en dos formas:
 - Cronometraje acumulativo: En este procedimiento el reloj funciona de modo interrumpido durante todo el estudio. Se pone en funcionamiento al principio de la primera operación del primer ciclo y no se detiene hasta acabar el estudio.
 - Cronometraje con vuelta a cero: En ese otro procedimiento los tiempos se toman directamente. Al acabar cada operación, se hace volver el segundo a cero y se pone en funcionamiento de nuevo por cronometrar la operación siguiente, sin que el mecanismo del cronometro se detenga ni un momento. (Agustín, 2013)
2. Grabación con videocámara: Las videocámaras son los aparatos idóneos para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido en realizar la tarea y posteriormente poder visualizarla en la oficina de métodos y tiempos, el analista puede registrar todos los detalles del método usado. La mayor ventaja del uso de la videocámara es el poder pausar y tener la oportunidad de revisar el modo de realizar las tareas tantas veces como se necesario. Además, con la cámara pueden surgir sugerencias de mejora para el método utilizado más fácilmente que con el procedimiento del cronometro.

Para realizar el estudio se podrá usar el cronometro durante el visionado de la tarea, utilizando el procedimiento que mejor se adapte a las necesidades del estudio. Además de que las grabaciones de videos también son muy útiles para la capacitación de los analistas de los métodos y tiempos, pues permite practicar con ejemplos ya resueltos. (Agustín, 2013)

3.2. Productividad

En síntesis, se puede decir que la productividad es la forma de utilizar correctamente los bienes y servicios que tiene una empresa para ofertar al mercado, este tiene como objetivo optimizar los recursos utilizados, como los materiales, recursos humanos o muchos otros, esto enfocado en el proceso de producción. La productividad es esencial para las organizaciones para lograr alcanzar la competitividad necesaria en el mercado, así mismo este concepto se puede ver como la eficiencia en la producción, originado por que determina cuanto se produce de un conjunto disponible de insumos, es la razón entre las entradas de bienes y servicios y una o más entradas de insumos, como mano de obra, capital o administración para mejorar la productividad significa mejorar la efectividad. (Graziella Ramírez, 2021)

3.2.1 Producción

La planeación y el control de la producción involucra la organización y la planeación del proceso de manufactura. Específicamente consiste en la planeación de las rutas, la programación, la generación de las ordenes de producción, la coordinación de la inspección, el control de los materiales, las herramientas y los tiempos de las operaciones. (Olavarrieta, 1999)

Las funciones del control de producción dependen del tipo de producción, por lo cual se puede afirmar que existe una gran variedad de funciones. En forma general, la función del control de la producción es la de proveer servicios a la manufactura.

En forma resumida se trata de resolver estas cuestiones:

- ¿Qué se debe producir?
- ¿Cuánto hay que producir?
- ¿Cuándo hay que producirlo?
- ¿se tiene lo necesario para producirlo?
- ¿se ha cumplido con lo planeado?

Para llevar a cabo esto, se requiere de los sistemas de información referentes a:

- Demanda o necesidad de producción.
- Capacidades disponibles.
- Tiempos y métodos de las operaciones.
- Disponibilidad de materiales.
- Lista de materiales.
- Progreso o avance en el trabajo.
- Estado y prioridad de las ordenes de producción.

En primer término, se distingue el tipo de producción continua, llamada también de proceso, y el tipo de producción de artículos discretos. Esta distinción no es totalmente excluyente, pues existen tipos intermedios, ya que la producción es continua, pero no es del tipo de proceso. La industria textil entraría en esta clasificación intermedia. (Olavarrieta, 1999)

La producción discreta, a su vez, puede catalogarse como:

- Producción en serie, cuando se produce artículos en forma bastante continua, pero cambian los modelos.
- Producción para tener en stock, cuando el objetivo es mantener determinadas cantidades de los diferentes modelos en inventario, con el objeto de garantizar la satisfacción de la demanda.
- Producción sobre pedido, que es cuando se fabrica únicamente lo que ha sido solicitado por el cliente.
- Producción única, cuando los pedidos son expresamente de una o muy pocas unidades, con pocas probabilidades de repetición idéntica. (Olavarrieta, 1999)

3.2.2 Eficiencia, Eficacia y Efectividad

Los modelos de evaluación de resultados que suelen aplicarse generalmente han sido diseñados para la evaluación de la gestión en áreas de utilidad, o sea, las que cumplen funciones de administración de productos, atención de clientes y generación de ingresos. Pero, es frecuente no disponer de buenas herramientas con relación a las demás áreas de la empresa. (Mejía, 2011)

De allí surgieron los indicadores genéricamente llamados de efectividad y eficacia, los cuales, en su origen, se derivan de los procedimientos de medición de resultados empleados por el ejército de los Estados Unidos, utilizados con posterioridad exitosamente en las más diversas actividades económicas. Veamos algunas definiciones básicas:

- Eficacia: Grado en que se logran los objetivos y metas de un plan, es decir, cuánto de los resultados esperados se alcanzó. La eficacia consiste en concentrar los esfuerzos de una entidad en las actividades y procesos que realmente deben llevarse a cabo para el cumplimiento de los objetivos formulados.
- Eficiencia: Es el logro de un objetivo al menor costo unitario posible. En este caso estamos buscando un uso óptimo de los recursos disponibles para lograr los objetivos deseados.
- Efectividad: Este concepto involucra la eficiencia y la eficacia, es decir, el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Supone hacer lo correcto con gran exactitud y sin ningún desperdicio de tiempo o dinero. (Mejía, 2011)

De las anteriores definiciones se puede apreciar que los indicadores de efectividad y eficacia son susceptibles de ser utilizados para todo tipo de áreas de organización, independientemente del carácter de su actividad, es decir, sean labores comerciales, intelectuales, de producción, de control, etc.

En cualquier área de organización siempre será posible definir un resultado esperado (expresado como una meta, una cantidad, una variación, un porcentaje, etc.), un costo estimado y un tiempo especificado para llevar a cabo la labor que se propone como meta o tarea. Pues bien, la combinación de esos elementos, o sea, el resultado, el costo y el tiempo, permiten medir objetivamente el grado de efectividad y eficacia de un área de organización, y hacer comparaciones entre áreas aún disímiles en el contenido de la labor. (Mejía, 2011)

3.2.3 Relación entre tiempo y productividad

En una sociedad cambiante conforme avanza el tiempo, se hace indispensable actuar así mismo de manera ágil y acertada, es decir, se debe de tener muy claro que hacer y que no ante una situación específica. Por lo tanto, todos los individuos, desde cualquier ámbito de sus vidas sienten la necesidad de organizarse, adquirir mayor compromiso y responsabilidad, sobre las funciones que le han sido designadas a nivel personal y profesional. (Soriano, 2021)

Si se lo traslada a la parte laboral se puede apreciar la importancia de entender a tiempo los planes y los roles que se tengan que cumplir. Este recurso, a diferencia de otros, no se puede comprar, fabricar o vender, sino que se requiere solo de usarlo de manera eficaz, sin que pase de largo. Para los trabajadores de una empresa eso quiere decir que la organización del tiempo es clave para no derrocharlo en acciones que no son productivas para cumplir las metas propuestas. De acuerdo con lo manifestado por Charles Ford “El tiempo es la velocidad con que una organización identifica sus problemas, oportunidades y define e implementa las decisiones” por lo que optimizar el tiempo, incluyendo prioridades y la ejecución de tareas de acuerdo con su importancia y urgencia será lo que dará mayores posibilidades de alcanzar metas, ya que no hacerlo llevará a un descenso de la productividad. (Soriano, 2021)

3.3. Distribución de planta

La distribución de planta en pocas palabras es la forma en la cual se puedes posicionar o distribuir a los diferentes trabajadores, materiales, maquinaria, herramientas, lugares o estaciones de trabajo en una empresa esto con el fin de obtener el mejor sistema que se pueda tener y que sobre todo sea funcional.

Seguidamente se comentará sobre información general sobre los diferentes tipos de distribución de planta, objetivos, representaciones, etc. (Fernández, 2005)

3.3.1 Tipos de distribución de planta

Toda distribución en planta es la disposición de los recursos para que la organización pueda cumplir sus objetivos ejecutando sus funciones. Es por ello por lo que los recursos casi invariablemente estarán dispuestos según la función que ocupan. (García, 2020)

Sin embargo, dependerá del nivel de agregación o de detalle con el que se enfoque la actividad se pueden observar diferentes tipos de distribución en planta. Cuando el foco se pone en los procesos del sistema productivo la distribución en planta será diferente en función del volumen y la variedad de productos a realizar.

Se denomina distribución en planta por posición fija a aquella en el que el producto objeto de la transformación se queda quieto mientras personal, maquinaria y materiales se acercan y alejan para poder realizar las operaciones. Es habitual cuando el volumen de fabricación es unitario y la variedad de los productos es elevada. (García, 2020)

Se denomina distribución en planta por producto a aquella en el que los recursos se disponen de tal manera que el producto (en su viaje por los recursos) sigue un camino reconocible. Es habitual cuando el volumen de fabricación es elevado y la variedad de los productos es baja.

Se denomina distribución en planta funcional a aquella en la que los recursos se disponen según las tareas y actividades que realizan. En ese caso los productos viajan de un área funcional a otra. Es habitual cuando el volumen de fabricación es intermedio y los productos son similares no en sí mismos sino en los recursos que necesitan.

Con el objetivo de vencer los inconvenientes que los diferentes tipos de distribución en planta tienen, surgen las denominadas distribuciones en planta híbridas. Casi todas ellas basadas en el concepto de distribución en planta en células de trabajo. (García, 2020)

3.3.2 Objetivos de la distribución de planta

La meta primordial de la distribución de planta es lograr un orden en las áreas de trabajo y que el equipo resulte económico para la empresa y, al mismo tiempo, seguro y satisfactorio para los empleados. Los objetivos de la distribución de planta son los siguientes:

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores: se refiere a la eliminación de las herramientas en los pasillos, los pasos peligrosos, la posibilidad de resbalar, entre otros riesgos. (Platas, 2014)
- Elevación de la moral y la satisfacción del obrero: se refiere a la mejora de la iluminación al eliminar las sombras en el área de trabajo y las áreas verdes.
- Incremento de la producción: aun cuando existan tiempos ociosos y retrasos, la disminución de número de horas en el proceso aumenta la productividad.
- Disminución en los retrasos de producción: al equilibrar las operaciones se evita que los materiales, los hombres y las maquinas tengan que esperar para llevar a cabo su labor. Debe buscarse que la pieza no toque jamás el suelo; es decir, que lo que se produce debe fluir por el equipo de manejo de materiales al siguiente proceso.
- Optimización del uso del espacio para las distintas áreas: con la disminución de las distancias de recorrido y la mejora en la distribución del pasillo, almacenes, equipo y hombres, se aprovecha más el espacio.
- Reducción del manejo de materiales: al agrupar el equipo por proceso y operaciones. se acortan las distancias.
- Maximización del uso de maquinaria, mano de obra y/o servicios: si la mano de obra es costosa, debe emplearse mejor su tiempo. En cambio, si la mano de obra es barata, pero el equipo y los materiales son costosos, entonces se debe buscar el mejor aprovechamiento de estos.
- Reducción del material en proceso: al haber una secuencia lógica y disminuir las distancias. el material permanece menos tiempo en el proceso y se logra la disminución de las demoras. (Platas, 2014)

- Acortamiento del tiempo de fabricación: al disminuir las distancias, las demoras y los almacenamientos innecesarios, el producto está listo para la venta en menos tiempo.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto en general: si el proceso sigue un flujo bien determinado, se puede reducir la preparación de órdenes y de programas.
- Supervisión fácil y efectiva: se refiere a aumentar el área de visión, con lo que es posible determinar con facilidad en qué punto del proceso se produce un retardo.
- Disminución de la congestión o confusión: al evitar los retrasos y los cruces de procesos, también se elimina la confusión y se tiene el espacio adecuado para cada operación.
- Reducción del riesgo por la calidad del material: es importante separar las operaciones delicadas de las que puedan causar daños, como las que producen vapores, gases, polvos, vibraciones.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones: al prever las ampliaciones, los aumentos de demanda o las reducciones del mercado, se eliminan los inconvenientes de las expansiones o disminuciones de la planta. (Platas, 2014)

3.3.3 Factores que influyen en la distribución de planta

1. Materiales: influyen en las características físicas y químicas de los productos y materiales a emplear, también influye la secuencia de las operaciones que haya que realizar en ellos o con ellos. (Rúa, 2009)
2. Maquinaria: influirán el tipo de maquinaria, equipos y utillaje, así como su cantidad, también se debe tener en cuenta el tipo de proceso ya que este va a determinar los equipos y maquinaria a utilizar.
3. Mano de obra: importan características como:
 - Seguridad.
 - Condiciones ambientales (luz, temperatura, ventilación, etc.).
 - La cualificación.
 - El número de trabajadores.
 - El trabajo por realizar (diseño del trabajo).

- Aspectos psicológicos de los trabajadores.
4. Movimiento: influye dado que uno de los objetivos en planta es eliminar los manejos innecesarios y antieconómicos.
 5. Esperas: tratamiento semejante al anterior, el objetivo es minimizar las esperas, si persigue una circulación fluida de materiales de modo que se disminuya o minimice el costo de los elementos o esperas. La demora suele ser cuando los materiales están quietos sin hacerles nada dentro del área de producción y el almacenamiento será cuando esos materiales están colocados en un espacio aparte destinado a ese fin.
 6. Servicios auxiliares: son aquellos que permiten y facilitan la actividad principal, están ligados y unidos a todos los factores. (Rúa, 2009)

3.4 Diagramas

En resumen, un diagrama es la forma en la cual se puede representar gráfica y secuencialmente todos los procesos o actividades que llevan a cabo para lograr obtener un objetivo principal que puede ser cumplir con un servicio, completar un proceso para obtener un producto final, etc. Estos diagramas pueden llegar a ser simples o complejos dependiendo de su utilización además de ayuda a que pueda interpretar la información de una manera mucho más simple y visualmente más sencilla de entender. (Kendall, 2005)

A continuación, se mostrarán varios tipos de diagramas que se pueden utilizar para llevar a cabo un buen estudio de tiempos. (Kendall, 2005)

3.4.1 Diagrama Ishikawa

El diagrama de *Ishikawa* es un esquema que muestra las posibles causas clasificadas de un problema. El objetivo de este tipo de diagrama es encontrar las posibles causas de un problema. (Escalante, 2005)

Es un proceso productivo (manufactura), el diagrama de Ishikawa puede estar relacionado con uno o más de los factores (6 M) que intervienen en cualquier proceso de fabricación:

1. Métodos: procedimientos por usar en la realización de actividades.

2. Mano de obra: la gente que realiza las actividades.
3. Materia prima: el material que se usa para producir.
4. Medición: los instrumentos empleados para evaluar procesos y productos.
5. Medio: las condiciones del lugar de trabajo.
6. Maquinaria y equipo: los equipos y periféricos usados para producir.

El diagrama de *Ishikawa* se basa en un proceso de generación de ideas llamado “Lluvia de ideas”, que puede realizarse de la siguiente manera:

1. Cada miembro del equipo asignado al análisis de algún problema genera una sola idea cada vuelta, de manera ágil, ordenada y sin discusiones. Un miembro del equipo, asignado como secretario, toma nota numerando cada una de las ideas expresadas.
2. Una vez finalizada la lluvia de ideas se procede a descartar las ideas repetidas.
3. Se verifica que las ideas restantes tengan relación con el problema por analizar.
4. Se clasifican las ideas resultantes en el diagrama de Ishikawa.

Una manera más directa de hacer el diagrama es realizar una lluvia de ideas para cada una de las diferentes ramas y colocar las ideas resultantes ahí mismo. El diagrama de *Ishikawa* también se le conoce como diagrama de causa-efecto y diagrama de pescado. (Escalante, 2005)

3.4.2 Diagrama *Yamazumi*

Yamazumi es una palabra japonesa que significa apilar, se trata de un diagrama de columnas que representa las formas en que se reparte el tiempo, diferenciando en cada operación que se realiza al producto, los tiempos que tienen valor de los que no. Con esto se ayuda a identificar las variaciones con el objetivo de reducir los desperdicios (esperas, inventarios, etc.) y aumentar el flujo. (López, 2016)

El diagrama puede ser visto como un gráfico en el que el ciclo de trabajo se divide en diferentes operaciones de trabajo. Cada bloque en la columna

representa una tarea o unidad de tareas y el código de coles sirve para categorizar las tareas como valor añadido (Verde) y de no valor añadido (Rojo). Esta visualización ayudara a definir las posibles mejoras en los ciclos de trabajo. El *takt time* se muestra como una sola línea a lo largo del gráfico. Se deduce el grafico que los cambios a realizar serán que todos los procesos (columnas) estén alrededor de un 95% del *takt time* y que se reduzcan los bloques que no añaden valor al proceso de fabricación. (López, 2016)

Cuando se tiene una estimación del tiempo óptimo que se debería tardar en terminar una tarea y se compara con el tiempo real que se tarda en realizarlas en el lugar de trabajo, resulta más fácil encontrar las áreas de mejora. Este es el propósito específico de un gráfico *Yamazumi* y la razón por la que empresas de diferentes sectores lo utilizan.

En general, los gráficos *Yamazumi* se utilizan para la optimización del tiempo y el equilibrio de las líneas. Con el gráfico, podrá comparar directamente el tiempo que tardan los distintos operarios en realizar las tareas, señalar las áreas que deben optimizarse y realizar pequeños ajustes para ayudar a cumplir sus objetivos. (López, 2016)

3.4.3 Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo comúnmente llamados flujogramas con cualquier representación gráfica de actividades que son implementadas dentro de gráficos entrelazados por flechas que siguen una secuencia. (González, 2019)

Un diagrama de flujo es la representación lógica y ordenada de las tareas o actividades que se van realizando dentro de la organización, las mismas que van relacionadas entre sí y orientadas a un fin común haciendo más eficiente el flujo de las relaciones de trabajo. Poseen una ventaja que es la de indicar una secuencia de cualquier proceso y los que están a cargo de realizar.

Los diagramas de flujo son de mucha importancia ya que especifican de manera gráfica cualquier proceso. Actualmente los diagramas de flujo son

utilizados en la mayoría de las empresas para llevar un control pasos a paso de ciertas actividades que permitan la correcta realización operativa de la misma. De la misma manera ayuda a verificar actividades innecesarias de departamentos y así equilibrar entre el personal las labores encomendadas. (González, 2019)

- Objetivo: El objetivo principal de los diagramas de flujo son representar gráficamente las diferentes estaciones o etapas dentro de un proceso, así como sus interacciones o nexos que los vinculen, para encontrar mejoras dentro de cualquier proceso
- Ventajas:
 - Dentro de una empresa ayuda a los trabajadores internos a entender sus roles y sus actividades para así poderlas desarrollar de la mejor manera.
 - Al estar el proceso detallado dentro de un diagrama de flujo ayuda a implementar mejoras para su realización.
 - Permite que cada persona se integre dentro de su proceso por lo que conlleva que se mejore la comunicación entre departamentos, sabiendo quien está a cargo de cada papel que se va a desempeñar.
 - Se puede ir mejorando cada proceso, ya que las personas que lo realizaron se involucran de manera que se entusiasman y siguen teniendo ideas mejores.
 - Los diagramas de flujo son de gran utilidad para aquellas personas que se integran por primera vez en la empresa, haciéndoles conocer sus labores a desempeñar. (González, 2019)

3.4.4 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto consiste en una representación gráfica, similar al histograma, de las posibles causas de un problema ordenadas según frecuencias (de mayor a menor) que permite identificar y priorizar las que tienen

mayor probabilidad de haber ocurrido y descarta aquellas que tienen menos probabilidad de haber sido las causas reales. (López, 2016)

El diagrama se basa en el principio de Pareto, también conocido como regla 80:20 según la cual, en cualquier grupo de factores o posibles causas contribuyen a un mismo efecto, solo una pequeña parte (alrededor de 20%), denominados “pocos y vitales” son los causantes de la mayor parte de dicho efecto frente al resto denominados “pocos y triviales”.

Para elaborar un diagrama de Pareto, se debe de partir de datos e información reales sobre la frecuencia de ocurrencia de cada causa potencial. Estos datos pueden ser obtenidos a través de un *brainstorming*, de una encuesta de satisfacción de clientes o de un registro interno de la propia organización. El diagrama muestra gráficamente en forma de barras los valores absolutos de cada causa, y en forma de líneas las frecuencias acumuladas (resultado de ir sumando una frecuencia con la inmediata anterior). (López, 2016)

En el eje horizontal, se representan las diferentes causas (de mayor a menor frecuencia); en los ejes verticales se representan el valor absoluto de la frecuencia (habitualmente a la izquierda) y el valor acumulado (a la derecha), este último debe de tener un valor entre 0% y 100%.

Sobre cada barra, se debe de incluir el valor absoluto de la frecuencia. En cada punto de la línea, el valor de la frecuencia acumulada. Una vez hecha la representación de ambas frecuencias se traza una línea horizontal correspondiente a la probabilidad del 80% y una línea vertical que cruza a la anterior justo donde la frecuencia acumulada alcanza dicho valor del 80%. El área comprendida entre ambas líneas serán los “pocos y triviales”. (López, 2016)

3.4.5 Diagrama de interrelaciones

Un diagrama de interrelaciones permite visualizar las relaciones entre factores/problemas mediante una imagen visual de las conexiones lógicas entre los distintos datos. Esta herramienta permite identificar la idea principal o

problema y presenta la conexión entre los ítems que estamos estudiando. Al visualizar de forma clara la relación de la situación en estudio se demuestra que cada ítem puede ser conectado con más de un ítem a la vez. (Chávez, 2018)

Usos del diagrama de interrelaciones

- Permite comprender y aclara las interrelaciones entre las diferentes causales de un problema complejo.
- Ayuda a identificar puntos clave para mayor investigación.

Forma de utilizar

- 1) Reunir el equipo correcto
 - 2) Establecer el problema o el asunto clave a dar solución
 - 3) Aplicar una herramienta para la generación de ideas tal como la lluvia de ideas.
 - 4) Identificar cada idea en una tarjeta y ubicarla en una superficie de trabajo en manera de una forma ordenada la misma se podrá marcar con una letra o número cada tarjeta
 - 5) Establecer las relaciones entre cada una de todas las ideas.
 - 6) Fijar que otras tarjetas están influenciadas por esta tarjeta.
 - 7) Dibujar flechas que salgan de la tarjeta que afectan a otras tarjetas y flechas hacia las tarjetas que estén menos afectadas por otras tarjetas.
 - 8) Impedir que las flechas que salgan de las tarjetas sean de doble vía.
 - 9) Determinar en cuanto a que ítem tiene mayor influencia.
 - 10) En cada tarjeta identificar el total de flechas que entran y salen.
 - 11) Identificar las causas principales y los efectos claves (según la frecuencia).
 - 12) Señalar a cada una de las tarjetas que son causas y efectos mayores resaltando en un casillero.
 - 13) Por aceptación identificar las tarjetas que tienen el menor número de flechas hacia adentro o afuera pero aún pueden ser un ítem o causa clave.
- (Chávez, 2018)

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

4.1 Enfoque de investigación

El enfoque de investigación es la manera en la cual se trabajará en todo el proceso de investigación en todas las etapas de este mismo, que van desde la definición del tema, planeamiento del problema del proyecto de investigación, la manera en la cual se realizara la metodología y la recolección de los datos para tener los resultados esperados. El enfoque de investigación está dividido en 3 formas como, por ejemplo:

- **Enfoque Cuantitativo:** este enfoque utiliza la recolección de datos para su posterior análisis, esto con el fin de contestar preguntas de investigación además de poder probar con hipótesis que anteriormente se hayan establecido, este tipo de enfoque utiliza la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística para identificar patrones de comportamiento en una población. (Mendoza, 2018)
- **Enfoque Cualitativo:** en este enfoque utiliza la recolección de datos no numéricos, esto con el fin de comprender conceptos, experiencias u opiniones, así como los datos sobre las experiencias que se han vivido, emociones y comportamientos que tiene una determinada población.
- **Enfoque Mixto:** este enfoque es la combinación o integración sistemática de los métodos cuantitativo y el cualitativo en un solo enfoque con el fin de obtener resultados más completos posibles y cumplan con las expectativas del que lo utiliza. (Mendoza, 2018)

El enfoque que mejor se adapta a la forma es el enfoque mixto debido a que se utilizaran herramientas para obtener datos numéricos, esto para poder tener los valores más reales posibles para poder encontrar diferentes soluciones a los problemas que se encuentren, además de que se escuchara la opinión de los obreros para encontrar las problemáticas que afectan al proceso.

4.2 Tipo de investigación

Actualmente se tienen diferentes tipos de investigación que cada uno de estos se utiliza en un caso específico dependiendo de las variables que tomaran como sujeto de prueba.

Tipos de investigaciones

- Investigación exploratoria: este tipo de investigaciones se puede utilizar tanto el método cualitativo, como cuantitativo, esto debido a que el alcance de la investigación exploratoria es aplicado a todos aquellos fenómenos o variables que no se han investigado previamente y se tiene que investigar sus características. En el enfoque cuantitativo se pueden aplicar procesos para identificar la frecuencia en la cual se presenta un fenómeno y en la cualitativa se pueden aplicar estudios lingüísticos, en los cuales se pueden identificar las construcciones subjetivas que emergen entre la relación del ser humano y el fenómeno a investigar. (Galarza, 2020)
- Investigación descriptiva: este tipo de investigación ya se conocen las características del fenómeno a investigar y lo que se busca, exponer su presencia en un determinado grupo de estudio, en este estudio es posible desarrollar una hipótesis, pero no es obligatorio, esto para que se pueda caracterizar el fenómeno del estudio.
- Investigación explicativa: en este tipo de investigación se busca dar una explicación y la determinación de los fenómenos a investigar, en el contexto cuantitativo se pueden aplicar estudios predictivos en donde se pueda relacionar entre varias variables, por ejemplo, estudios de modelos explicativos basados en ecuaciones estructurales que funcionen como base de una teoría. Por otro lado, en el contexto cualitativo se proponen diseños basados en análisis lingüísticos que llegan a la construcción de un paradigma codificado que represente la construcción de la realidad a la que se llega mediante la integración subjetiva con los participantes. (Galarza, 2020)

- Investigación experimental: en la investigación de enfoque experimental el investigador puede llegar a manipular una o más variables de estudio o de algún fenómeno, este funciona mediante el cambio del valor de una variable (independiente) mediante la realización de un experimento y observar su efecto en otra variable (dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. (Serrano, 2018)
- Investigación longitudinal: son aquellos que investigan un proceso a lo largo del tiempo, en relación o no a una intervención. Los observados pueden ser individuos, partes de individuos o preparaciones experimentales, organizaciones o incluso poblaciones. Estas observaciones se deben realizar en más de una ocasión aun cuando no se incluyan necesariamente todas en el análisis. Dagnio, 2011
- Investigación transversal: los individuos son observados solo una vez en el tiempo, la mayoría de las encuestas de este tipo son de este tipo. Los estudios transversales a veces se puede tener dificultades en la clasificación al momento de evaluar un fenómeno con un componente temporal importante. (Dagnio, 2014).

El tipo de investigación que se utilizara principalmente en el proyecto por sus características que favorecen a este mismo, para lograr tener una mejor comprensión sobre lo que se hará y como se hará son:

Investigación exploratoria: con la ayuda de esta investigación ayuda a poder estudiar de una manera mucho más acertada los problemas que son muy poco conocidos o estudiados, todo esto con el fin de obtener una mejor idea o comprensión sobre como orientar a futuros proyectos en el mismo tema. La investigación exploratoria ayuda a poder recabar más información sobre un tema en específico y ayuda a poder contestar a las preguntas sobre qué, por qué y cómo.

Investigación explicativa: esta investigación se lleva a cabo principalmente para poder investigar de una forma mucho más puntual un fenómeno que no se había estudiado antes o que no se haya concluido bien anteriormente, además de que esta investigación se encarga de establecer relaciones de causa y efecto que permiten tener mejores resultados al encontrar las problemáticas que afectan al proceso y con esto darles solución.

Investigación transversal: este tipo de estudio analiza datos de variables determinadas en un periodo de tiempo sobre una población determinada, además de que este tipo de investigación también ayuda a recopilar una gran cantidad de datos de acción rápido que ayudara a tomar decisiones al tener datos concretos y completos.

4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Para lograr obtener los datos necesarios para la realización de este proyecto son:

1. Observación: mediante la observación se puede elaborar datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, particularmente porque este puede manipular las variables.
2. Encuestas: con esta técnica para recolectar datos se puede dar lugar a establecer de mejor manera el contacto con las unidades de observación por medio de cuestionarios previamente establecidos. (Silva, 2010)
3. Técnica de cortometraje: mediante esta técnica se tomarán los tiempos de las actividades mediante el uso de un cronometro para más exactitud.
4. Grabación mediante cámara: mediante la técnica de grabación se podrá obtener varias corridas de proceso para poder agilizar el proceso de obtención de datos. (Agustín, 2013)
5. Base de datos: es un conjunto de datos que tiene como objetivo proporcionar información de datos, además de que ayuda a recopilar y almacenar datos electrónicamente, mediante el uso del software Excel. (Arias, 2014)

4.4 Método

4.4.1 Objetivo 1: Recolección los tiempos que se realizan dentro de la línea TESLA EVEREST CHASSIS.

Antes de comenzar a recolectar los tiempos dentro de la línea se identificará cuáles son las estaciones que le corresponden a esta línea, y donde están ubicadas. Después de esto para la recolección de tiempos se diseñó una plantilla con el uso del Software Excel, esto originado a que la empresa no cuenta con una forma de recolectar los tiempos eficientemente.

El **Anexo 1** muestra la plantilla que se diseñó para distinguir de mejor manera las actividades que se realizan dentro de las estaciones, con esto se pueda tener una facilidad de Introducir los tiempos dentro de una manera más efectiva y ayude a tener una mejor visibilidad.

Cabe mencionar que el libro “Time Study Manual de los Erie Works de General Electric Company”, describe que el número recomendado de ciclos que se deben de tomar para una determinada actividad, esta cantidad de ciclos dependerá del tiempo de esta. esto con el fin de llevar un estándar equitativo entre las diferentes actividades que se tiene en un proceso.

En tabla 3 se muestra la recomendación de cuantos ciclos se deben de tomar por la cantidad de tiempo que genere la actividad.

Tabla 3 Toma de tiempos Recomendada

Tiempo ciclo (Minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o mas	3

(Shaw, 2001)

Por política de privacidad de la empresa solo se permitió tomar la cantidad de 10 tiempos por estación de trabajo, esto con la finalidad de no difundir información de los tiempos de producción de esta.

4.4.2 Objetivo 2: Identificación de los tiempos muertos y el cuello de botella que afecta al proceso

Después de obtener los tiempos que se llevan por estación, se realizó la implementación del Diagrama de *yamazumi* es un software utilizado por la empresa *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V* *COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V*, con el objetivo de conocer cuáles son las actividades dentro del proceso que se prolongan más, asimismo ayuda a identificar que estación esta sobre pasando el *tack time*.

En la ilustración 2 muestra un ejemplo del diagrama de *yamazumi*.

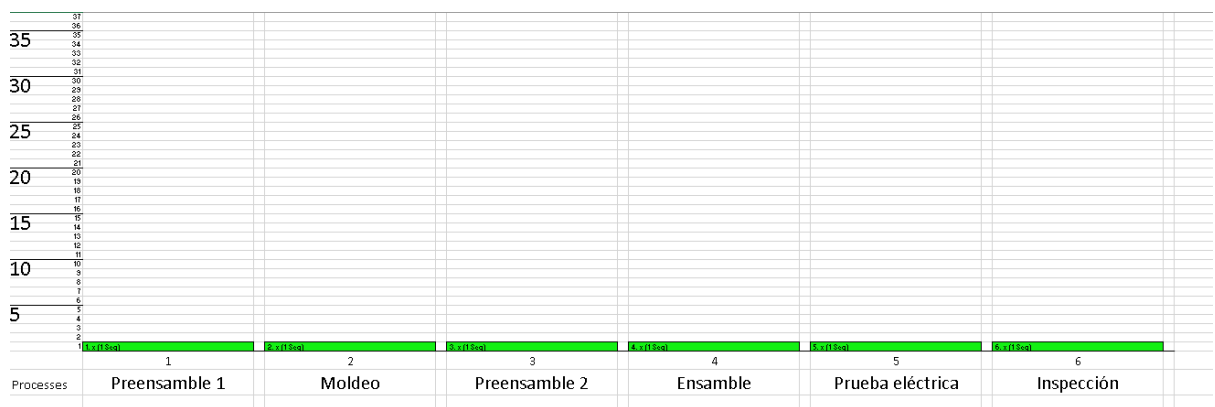


Ilustración 2 Software del diagrama de *yamazumi*

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V*

En la ilustración 3 muestra la información que es necesaria para el uso del diagrama de *yamazumi*, en el cual se observa cómo se clasifican las actividades dependiendo la importancia que le genera el cliente además de información complementaria:

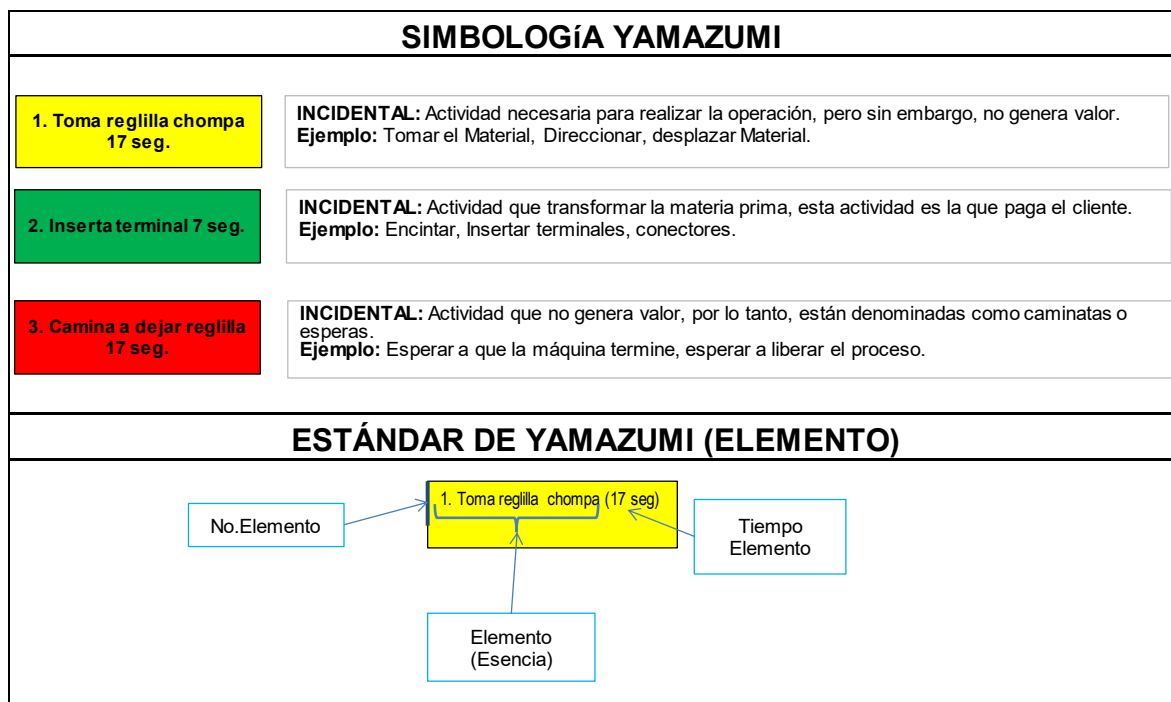


Ilustración 3 Simbología del diagrama de *yamazumi*

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V*

En la ilustración 4 muestra la forma en que se debe de llenar para obtener el diagrama de *yamazumi*, que consta de colocar la estación, el número de actividades consecutivas con todas las estaciones, las actividades que se realizan, así como su tiempo en segundos de la misma actividad y para concluir se coloca el tipo de actividad correspondiente.

Estación	#	Elemento	Segundos	Tipo
Preensamble 1	1	Toma conector principal CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura.	3.70	1
Preensamble 1	2	Tomar conector secundario DAMPER CONNECTOR 1 del contenedor del componente y colócalo dentro de la fixtura.	4.54	1
Preensamble 1	3	Tomar conector secundario DAMPER CONNECTOR 2 del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura.	3.98	1
Preensamble 1	4	Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito DAMPER RED GND color naranja en el conector principal CHASSIS HARNESS BODY CONNEC en la cavidad 9.	5.69	2
Preensamble 1	5	Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito DAMPER COMP+ color azul en el conector CHASSIS HARNESS BODY CONNEC en la cavidad 1.	8.04	2
Preensamble 1	6	Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito DAMPER REB+ color verde en el conector principal CHASSIS HARNESS BODY CONNEC en la cavidad2.	7.09	2
Preensamble 1	7	Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito DAMPER COMP GND color café en el conector principal CHASSIS HARNESS BODY CONNEC en la cavidad 3.	7.30	2
Preensamble 1	8	Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito DAMPER REB+ color verde en el conector secundario DAMPER CONNECTOR 1 en la cavidad 1.	5.45	2
Preensamble 1	9	Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito DAMPER REB GND color naranja en el conector secundario DAMPER CONNECTOR 1 en la cavidad 2.	77.75	2
Preensamble 1	10	Cierra candado del conector DAMPER CONNECTOR 1.	3.83	1
Preensamble 1	11	Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito DAMPER REB+ color azul en el conector secundario DAMPER CONNECTOR 2 en la cavidad 1.	4.35	2
Preensamble 1	12	Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito DAMPER REB GND color café en el conector secundario DAMPER CONNECTOR 2 en la cavidad 2.	8.73	2

Ilustración 4 Data de llenado del diagrama de *yamazumi*

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V*

Al momento de identificar las actividades que generan más tiempo en el proceso de producción, se realizara una encuesta a los operadores de la línea para identificar cuáles son las problemáticas que afectan a estos al momento de realizar el proceso de producción, el **Anexo 2**, muestra la encuesta que se realizara.

Después de identificar las problemáticas y ocurrencias dentro del proceso se realizará un diagrama de *Ishikawa*, para encontrar las causas de este problema. Posteriormente se realizará un diagrama de Pareto para identificar cual es el 80-20 de los problemas dentro de la línea.

4.4.3 Objeto 3: Implementación mejoras que permitan la disminución de tiempos.

Después de haber obtenido los tiempos, haber detectado los tiempos muertos y cuellos de botella se podrá realizar la modificación en las Instrucciones de trabajo para optimizar los tiempos dentro de la línea TESLA EVEREST CHASSIS.

Después de realizar mejoras dentro de la línea de producción se realizará nuevamente un estudio de tiempos para identificar si los tiempos se redujeron en el proceso, esto en los dos arneses que se realizan dentro de esta línea. Esto con el fin de poder analizar correctamente si las mejoras que se realizaron si beneficiaron al proceso.

El **Anexo 1** muestra la plantilla que se diseñó para distinguir de mejor manera las actividades que se realizan dentro de las estaciones, con esto se pueda tener una facilidad de Introducir los tiempos dentro de una manera más efectiva y ayude a tener una mejor visibilidad.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1 Objetivo 1: Recolección los tiempos que se realizan dentro de la línea TESLA EVEREST CHASSIS.

A continuación, en la ilustración 5, se muestra la identificación correcta de la división de las estaciones de trabajo dentro del *lay out* de la empresa.

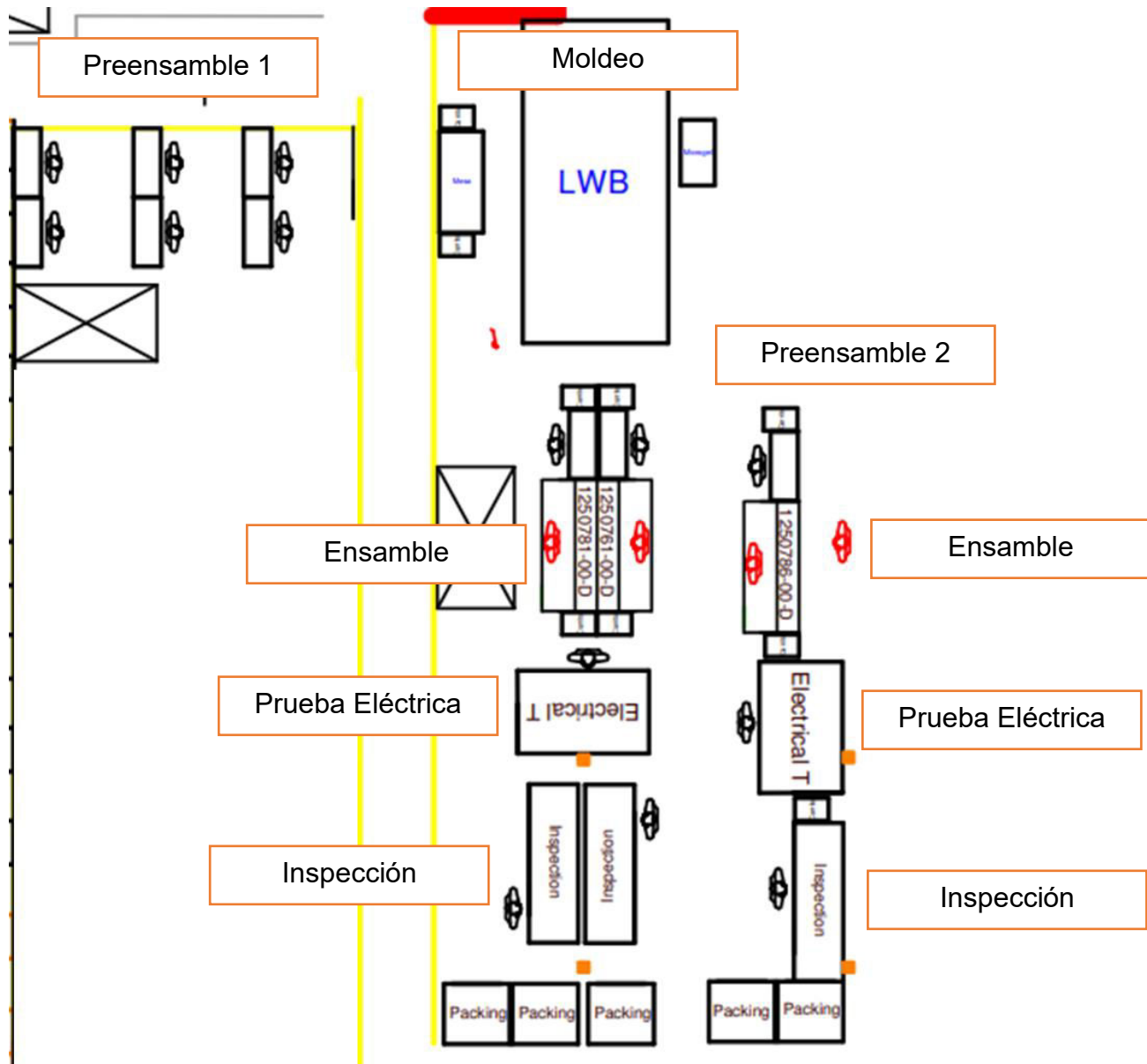


Ilustración 5 Estaciones en el *lay out*

Con el análisis del *lay out* y la observación del proceso se identificó las estaciones de trabajo

- Preensamble 1,
- Moldeo,
- Preensamble 2,
- Ensamble,
- Prueba eléctrica e Inspección.

En el **Anexo 3** se muestra el diagrama de flujo de la línea de producción, este aplica para los 2 tipos de arnés que se realizan, frontal y trasero.

Descripción de cada estación de la línea de producción:

1. Preensamble 1: este es el comienzo del proceso de producción, aquí se realiza el ensamble de los conectores principales del arnés.
2. Moldeo: en esta estación de trabajo se encarga de realizar el moldeo de un protector de circuitos en las intersecciones que queda descubierta entre los conectores. En esta área cuando el moldeo no está correctamente realizado, el material es convertido en *scrap* y desechado.
3. Preensamble 2: aquí se encarga de realizar el ensamble de los conectores secundarios que se utilizan en la elaboración del arnés.
4. Ensamble: se encarga de darle forma al arnés para que cumpla con los requisitos que pide el cliente, así como las dimensiones que debe de tener y la dirección de cada uno de sus componentes.
5. Prueba eléctrica: se comprueba que el arnés conduzca la energía eléctrica por todos sus conectores. Cuando los conectores no conducen energía eléctrica por sus componentes presenta la condición “NO OK” por lo tanto lo llevan a retrabajo donde se hará lo posible para corregir los problemas de los conectores para que así se pueda tener la condición “OK” para seguir a la siguiente área. Si no se puede corregir estos errores entonces se colocará en *scrap* y será desechada.
6. Prueba de inspección: se verifica que las longitudes del arnés sean correctas y los componentes cumplan con los requisitos del cliente, si la inspección no se cumple correctamente, el arnés pasará a la zona de retrabajo. Las características de calidad que debe de cumplir el arnés en prueba de inspección son:

- Longitud: Las medidas del arnés deben de ser las que el cliente específico.
 - Material no expuesto: El material de arnés debe de estar perfectamente encintado y colocado de tal forma que cumpla con las especificaciones del cliente.
 - Corriente eléctrica: El arnés debe de conducir correctamente la corriente por todos sus conectores.
7. Empaque: se empaqueta el arnés en la caja para su posterior envío al cliente el empaque no es una estación de trabajo solo que se incluye para identificar el proceso completo de realización del arnés.

Con el flujo de estaciones se obtiene el producto final (por privacidad de la empresa no se puede mostrar los productos terminados, en su lugar se colocará una representación de estos mismos), esta línea fabrica 2 tipos de arneses, está dividido en la creación del arnés frontal y el arnés trasero, (descripción información de los arneses), a continuación, se muestran los dos tipos de arneses:

En la ilustración 6 se muestra la representación del Arnés trasero, en el cual se identifica su diseño y sus componentes:

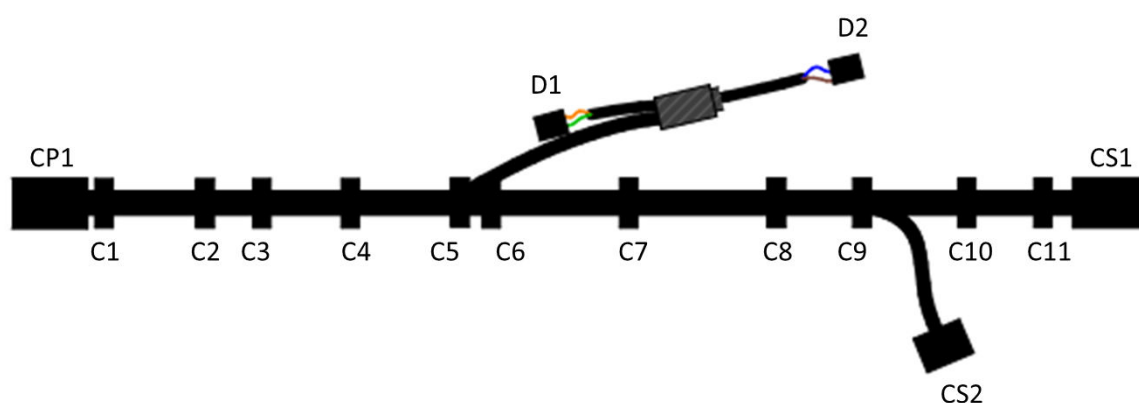


Ilustración 6 Arnés trasero

Fuente: Propia

En la ilustración 7 se muestra el dibujo del Arnés frontal, en el cual se identifica su diseño y sus componentes:

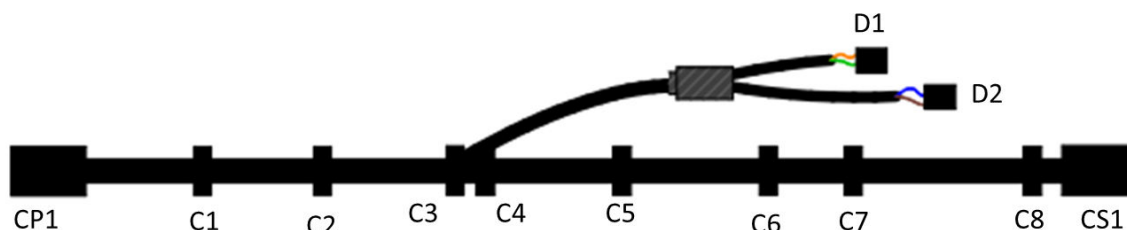


Ilustración 7 Arnés Frontal

Fuente: Propia

Donde:

C= Clip o cintillo que se coloca para sujetar el arnés.

D= *Dámper conector*.

CP1= Conector principal.

CS1= Conector secundario.

Así mismo, en la siguiente tabla 4, mediante el uso de la observación se identificaron las actividades que se realizan en las diferentes estaciones de la elaboración del arnés trasero, cabe mencionar que la empresa no cuenta con la secuencia de estas actividades para prueba eléctrica e inspección. La forma en la que se realizan estas estaciones no tiene un principio ni un final que este establecido. Por lo que se establecerá un estándar de pasos para estas estaciones de trabajo, a continuación, en la siguiente tabla se muestra el orden de los pasos de las estaciones.

Tabla 4 Proceso de elaboración del arnés trasero

Estación	Actividades
Preensamble 1	1. Toma conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura. 2. Tomar conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 1</i> del contenedor de componentes y colócalo dentro de la fixtura. 3. Tomar conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 2</i> del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura. 4. Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER REB GND</i> color naranja en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 12.

	5. Toma las puntas blindado Leoni 190 ensambla circuito <i>DAMPER COMP+</i> color azul en el conector <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 2. 6. Toma las puntas blindado Leoni ensambla circuito <i>DAMPER REB+</i> color verde en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 3. 7. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER COMP GND</i> color café en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 4. 8. Toma las puntas blindado Leoni ensambla circuito <i>DAMPER REB+</i> color verde en el conector principal <i>DAMPER CONNECTOR 1</i> en la cavidad 1. 9. Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER REB GND</i> color naranja en el conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 1</i> en la cavidad 2. 10. Cierra candado del conector <i>DAMPER CONNECTOR 1</i>. 11. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER COMP+</i> color azul en el conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 2</i> en la cavidad 1. 12. Toma las puntas secundarias blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER COMP GND</i> color café en el conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 2</i> en la cavidad 2. 13. Cierra el candado del conector <i>DAMPER CONNECTOR 2</i>. 14. Tomar componente <i>PLUG</i> del conector de componentes y coloca componente <i>PLUG</i> en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 13. 15. Coloca componente <i>PLUG</i> en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 5. 16. Coloca la bobina de circuitos en la caja gris para la siguiente estación.
Moldeo	1. Tomar la bobina de material de entrada. 2. Rutear los circuitos en el bastidor WKZ550B-W013 asegurando que quede de forma correcta. 3. Insertar la "Y" en las contras de la cavidad del molde y presionar con los dedos para asegurar la correcta sujeción de conectores <i>Damper 1</i> y <i>Damper 2</i>. 4. Asegurar que el ruteo del conector principal sea correcto. 5. Repetir el paso 5) y 6) para las 4 piezas. 6. Iniciar ciclo. 7. Retirar los arneses del molde. 8. Verificar que el <i>Grommet</i> se encuentre en condiciones OK. 9. Cortar colada en <i>Grommets</i>. 10. Verificación de moldeo en el tablero de inspección. 11. Colocar la bobina en la caja gris para su siguiente operación.
Preensamble 2	1. Toma conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONECTOR</i> del contenedor de componentes y colocar dentro de la fixtura.

	2. Toma conector secundario <i>WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR</i> del contenedor de componentes y colocar dentro de la fixtura. 3. Toma conector secundario <i>EPB CONNECTOR</i> del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura. 4. Toma el blindado Leoni 1273 ensamble circuito <i>PARKING BRAKE RELEASE</i> color negro, en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 9. 5. Toma el blindado Leoni 1273 ensamble circuito <i>PARKING BRAKE APPLY</i> color blanco en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 1. 6. Tome las puntas secundarias del blindado Leoni 1273 ensambla circuito en <i>PARKING BRAKE RELEASE</i> color negro en el conector secundario <i>EPB CONNECTOR</i> en la cavidad 2. 7. Toma las puntas secundarias del blindado Leoni 1273 ensambla circuito <i>PARKING BRAKE APPLY</i> color blanco en el conector secundario <i>EPB CONNECTOR</i> en la cavidad 1. 8. Cierra candado del conector secundario <i>EPB CONNECTOR</i>. 9. Tome el blindado Leoni 110 ensambla circuito <i>WSS+SUPPLY</i> color rojo en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 10. 10. Toma las puntas blindado Leoni 110 ensambla circuito <i>WSS-SIGNAL</i> color blanco en el conector principal <i>CHASSIS HARNES BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 11. 11. Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL B-</i> color naranja (Circuito marcado) en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 14. 12. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL B+</i> color verde (Circuito marcado) en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 6. 13. Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL A+</i> color azul (Circuito marcado) en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 6. 14. Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL B+</i> color verde (circuito marcado) en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 15. 15. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL A-</i> color azul (Circuito marcado) en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 6. 16. Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL A-</i> color café (Circuito marcado) en el conector principal <i>CHASSIS HARNNES BODY CONNECTOR</i>.
--	---

	17. Toma las puntas secundarias blindado Leoni 110 ensambla circuito WSS+SUPPLY color rojo en el conector secundario <i>WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR</i> en la cavidad 5. 18. Toma las puntas secundarias blindado Leoni 110 ensambla circuito WSS-SIGNAL color blanco en el conector secundario <i>WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR</i> en la cavidad 6. 19. Toma las puntas secundarias blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL A-</i> color café (Circuito marcado) en el conector <i>WSS+ACCELEROMETER CONNCTOR</i> en la cavidad 1. 20. Toma las puntas blindado Leoni ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL A+</i> color azul (Circuito marcado) en el conector <i>WSS+ACCELEROMETER CONECTOR</i> en la cavidad 2. 21. Toma las puntas blindando Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL B+</i> color verde en el conector <i>WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR</i> en la cavidad 3. 22. Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>ACCELEROMETER CHANNEL B-</i> color naranja (Circuito marcado) en el conector principal <i>WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR</i> en la cavidad 4. 23. Toma las puntas blindado Leoni 110 ensambla circuito <i>WSS2+SIGNAL</i> color blanco en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 16. 24. Toma las puntas blindado Leoni 110 ensambla circuito <i>WSS2+SIGNAL</i> color rojo en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 8. 25. Cierra candado del conector <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i>. 26. Toma las puntas secundarias blindado Leoni 110 ensambla circuito <i>WSS2+SUPPLY</i> color rojo (Circuito marcado) en el conector <i>WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR</i> en la cavidad 7. 27. Toma las puntas secundarias blindado Leoni 110 ensambla circuito <i>WSS2+SIGNAL</i> color blanco (Circuito marcado) en el conector secundario <i>WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR</i> en la cavidad 8. 28. Cierra candado del conector <i>WSS+ACCELEROMETER CONNCTOR</i>. 29. Colocar la bobina de circuitos en la caja gris para la siguiente estación.
Ensamble	1. Toma la bobina blindados de las cajas grises. 2. Coloca el conector principal dentro de la fixtura 1. 3. Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 3 y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente. 4. Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 4 y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente. 5. Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 5 y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente. 6. Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 2 y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.

	7. Toma capucha y <i>COT-BK</i> Ø15 32 mm y coloca a 20 mm del inicio de capucha a la izquierda de la banderilla B1, realiza cierre de capucha, al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta <i>VT-BK</i>. 8. Toma capucha con <i>COT-BK</i> Ø10 55 mm y coloca a 50 mm del inicio de capucha a la derecha de la banderilla B4, realiza cierre de capucha (Cuidando orientación CPA "Vista D"), al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta <i>VT-BK</i>. 9. Toma capucha con <i>COT-BK</i> Ø7 30 mm y coloca a 25 mm del inicio de capucha a la derecha de la banderilla B5, realiza cierre de capucha (Cuidando orientación del conector "Vista F"), al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta <i>VT-BK</i>. 10. Toma MANGA Ø16 552 mm y realiza fijación a la derecha del punto H (horquilla). 11. Coloca el resto de la manga Ø16 552 mm del punto H hasta la banderilla B2 y con cinta <i>VT-BK</i> coloca Spot Tape a la izquierda de la banderilla B2 sobre la MANGA Ø16 552 mm. 12. Toma MANGA Ø16 345 mm, coloca en el indicador B3 y realiza fijación con cinta <i>VT-BK</i> con respecto a la banderilla B3. 13. Coloca el resto de la MANGA Ø16 345 mm del indicador B3 al J2 y al finalizar coloca Spot Tape con cinta <i>VT-BK</i> con respecto a J2. 14. Realiza colocación de Spot Tape con cinta <i>VT-BK</i> al centro de las fixturas C10 y C11 respectivamente. 15. Toma clips (cintillos) y colócalos en el siguiente orden C1, C4, C6, C8. 16. Toma clips y colócalos en el siguiente orden C10, C11. 17. Toma clips 215167 y colócalos en el siguiente orden C9, C7, C5. 18. Toma clips 235457 y colócalos en el siguiente orden C3, C2. 19. Realiza corte de corbatas de clip que indica la ayuda visual siguiendo la secuencia siguiente:1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11. 20. Retira el arnés del tablero de construcción y coloca en la caja gris para pasar por prueba eléctrica.
Prueba eléctrica	1. Tomar el arnés de la caja gris para comenzar la prueba eléctrica. 2. Escanear el código <i>QR</i> del arnés 3. Introducir el conector principal dentro de la fixtura de prueba eléctrica. 4. Introducir el clip 1 en la fixtura de prueba eléctrica. 5. Introducir el clip 2 en la fixtura de prueba eléctrica. 6. Introducir el clip 3 en la fixtura de prueba eléctrica. 7. Introducir el clip 4 en la fixtura de prueba eléctrica. 8. Introducir el clip 5 en la fixtura de prueba eléctrica. 9. Introducir el protector de cables en la fixtura de prueba eléctrica. 10. Introducir los conectores en la fixtura de prueba eléctrica. 11. Introducir el clip 6 en la fixtura de prueba eléctrica. 12. Introducir el clip 7 en la fixtura de prueba eléctrica. 13. Introducir el clip 8 en la fixtura de prueba eléctrica. 14. Introducir el clip 9 en la fixtura de prueba eléctrica. 15. Introducir el conector en la fixtura de prueba eléctrica.

	16. Introducir el clip 10 en la fixtura de prueba eléctrica. 17. Introducir el clip 11 en la fixtura de prueba eléctrica. 18. Introducir el conector en la fixtura de prueba eléctrica. 19. Verificar que todos los componentes estén correctamente introducidos para que arroje la etiqueta de condición <i>ok</i> . 20. Tomar la etiqueta y escanearla. 21. Retirar el arnés de la prueba eléctrica. 22. Colocar la etiqueta en el lugar establecido en el arnés. 23. Colocar en la caja gris para su siguiente actividad.
Inspección	1. Tomar arnés de caja gris para inspección. 2. Introducir el conector principal dentro de la fixtura de inspección. 3. Introducir el clip 1 en la fixtura de inspección. 4. Introducir el clip 2 en la fixtura de inspección. 5. Introducir el clip 3 en la fixtura de inspección. 6. Introducir el clip 4 en la fixtura de inspección. 7. Introducir el clip 5 en la fixtura de inspección. 8. Introducir el clip 6 en la fixtura de inspección. 9. Introducir el clip 7 en la fixtura de inspección. 10. Introducir el clip 8 en la fixtura de inspección. 11. Introducir el clip 9 en la fixtura de inspección. 12. Introducir el conector en la fixtura de inspección. 13. Introducir el clip 10 en la fixtura de inspección. 14. Introducir el clip 11 en la fixtura de inspección. 15. Introducir el conector en la fixtura de inspección. 16. Introducir el protector de cables en la fixtura de inspección. 17. Introducir los conectores en la fixtura de inspección. 18. Verificar que todos los componentes tengan las longitudes determinadas. 19. Retirar el arnés de tablero de inspección. 20. Escanear código <i>QR</i> para que sea un producto <i>ok</i> . 21. Retirar código <i>QR</i> . 22. Colocar el arnés en la caja de empaque.

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

En la tabla 5, se muestran las actividades que se tienen dentro de la secuencia para realizar el arnés frontal, sus actividades están divididas por las estaciones que lo conforman, igualmente que en el arnés anterior no se tiene actividades para llevar a cabo la prueba eléctrica y la inspección.

Tabla 5 Proceso de elaboración del arnés frontal

Estación	Actividades
----------	-------------

Preensamble 1	1. Toma conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura. 2. Tomar conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 1</i> del contenedor del componente y colócalo dentro de la fixtura. 3. Tomar conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 2</i> del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura. 4. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER RED GND</i> color naranja en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNEC</i> en la cavidad 9. 5. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER COMP+</i> color azul en el conector <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad 1. 6. Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER REB+</i> color verde en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> en la cavidad2. 7. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER COMP GND</i> color café en el conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNEC</i> en la cavidad 3. 8. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER REB+</i> color verde en el conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 1</i> en la cavidad 1. 9. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER REB GND</i> color naranja en el conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 1</i> en la cavidad 2. 10. Cierra candado del conector <i>DAMPER CONNECTOR 1</i>. 11. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER REB+</i> color azul en el conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 2</i> en la cavidad 1. 12. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito <i>DAMPER REB GND</i> color café en el conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR 2</i> en la cavidad 2. 13. Cierra candado del conector <i>DAMPER CONNECTOR 2</i>. 14. Colocar la bobina en la caja gris para su siguiente estación.
Moldeo	1. Tomar bobina de material de entrada. 2. Rutear los circuitos en el bastidor WKZ550BB-W003 asegurando que quede de forma correcta. 3. Insertar la "Y" en las contras de la cavidad del molde y presionar con los dedos para asegurar la correcta sujeción de conectores <i>Damper 1</i> y <i>Damper 2</i>. 4. Asegurar que el ruteo del conector principal sea correcto. 5. Repetir el paso 5) y 6) para las 4 piezas. 6. Presionar el botón verde para iniciar el ciclo. Una vez presionado el botón verde, el ciclo iniciará automáticamente. 7. Retirar los arneses del molde. 8. Verificar que el <i>Grommet</i> se encuentre en condiciones <i>OK</i>. 9. Cortar colada en <i>Grommets</i>. 10. Verificación de moldeo en el tablero de inspección. 11. Colocar la bobina en la caja gris para su siguiente operación.
Preensamble 2	1. Toma conector principal del contenedor de componentes y colocarlo en la fixtura. 2. Toma conector secundario del contenedor y coloca dentro de la fixtura.

	3. Toma blindado Leoni 110 ensambla circuito ensambla circuito (RD) en el conector principal en la cavidad 7. 4. Toma las puntas del blindado Leoni 110 ensambla el circuito (WH) en el conector principal en la cavidad 8. 5. Toma las puntas secundarias blindado Leoni 110 ensambla circuito (RD) en el conector secundario en la cavidad 5. 6. Toma las puntas secundarias blindado Leoni 110 ensambla circuito (WH) en el conector secundario en la cavidad 6. 7. Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito ACCELEROMETER CHANNEL B- color naranja en el conector principal en la cavidad 10. 8. Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito ACCELEROMETER CHANNEL B+ color verde en el conector principal en la cavidad 11. 9. Tomar las puntas blindado Leoni 1950 ACCELEROMETER CHANNEL A+ color (BL) en el circuito principal en la cavidad 4. 10. Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ACCELEROMETER CHANNEL A-ensambla el circuito café en el conector principal en la cavidad 5. 11. Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ACCELEROMETER CHANNEL A+ ensambla el circuito café en el conector secundario en la cavidad 1. 12. Tomar las puntas blindado Leoni 1950 ACCELEROMETER CHANNEL A+ color (BL) en el circuito secundario en la cavidad 2. 13. Tomar las puntas blindado Leoni 1950 ACCELEROMETER CHANNEL B+ color verde en el circuito secundario en la cavidad 3. 14. Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito ACCELEROMETER CHANNEL B- color naranja en el conector secundario en la cavidad 4. 15. Toma las puntas del blindado Leoni 110 ensambla el circuito (WH) en el conector principal en la cavidad 12. 16. Toma las puntas del blindado Leoni 110 ensambla el circuito (RD) en el conector principal en la cavidad 6. 17. Cierra candado del conector principal. 18. Toma las puntas secundarias del blindado Leoni 110 ensambla el circuito (RD) en el conector secundario en la cavidad 7. 19. Toma las puntas secundarias del blindado Leoni 110 ensambla el circuito (WH) en el conector secundario en la cavidad 8. 20. Cierra candado del conector secundario. 21. Coloca la bobina en la siguiente estación.
Ensamble	1. Toma la bobina blindados de las cajas grises. 2. Coloca el conector principal dentro de la fixtura 1. 3. Rutea los circuitos y coloca el conector dentro de la fixtura 2. 4. Rutea los circuitos y coloca el conector dentro de la fixtura 3. 5. Rutea los circuitos y coloca el conector dentro de la fixtura 4. 6. Toma la MANGA Ø13 412 mm, colócala en el indicador H (horquilla) y fija la manga con cinta VT-BK. 7. Coloca el resto de la manga Ø13 412 mm hasta el indicador B1 y realiza colocación de Spot Tape sobre la manga Ø13 412 mm con cinta VT-BK. Sin cortar la cinta, coloca

	Tubo COT Ø13 30 mm y vuelve a colocar un Spot Tape sobre el Tubo COT y corta la cinta. 8. Toma la capucha del conector principal, colócala sobre el conector principal y cierra la capucha. 9. Toma la MANGA Ø13 612 mm y colócala en el indicador B2; realiza fijación con cinta VT-BK respecto a la banderilla B2. 10. Coloca el resto de la manga Ø13 612 mm hasta la banderilla B3 y realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK a la izquierda de la banderilla B3 sobre la manga Ø13 612 ms. 11. Toma clips (cintillos) y colócalos en el siguiente orden: C8, C5, C4, C2. 12. Toma el clip y colócalo en C7. 13. Toma clips y colócalos en C3 y C6. 14. Toma el clip y colócalo en C1. 15. Con la pistola calibrada en 4, realiza el corte de corbata de los clips C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8 siguiendo la secuencia de menor a mayor marcado por: 1,2,3,4,5,6,7 y 8 16. El corte de corbata se debe hacer sin sacar el clip de la fixtura. 17. Retira el arnés del tablero de construcción y coloca en la caja
Prueba eléctrica	1. Tomar el arnés de la caja gris para comenzar la prueba eléctrica 2. Escanear el código QR del arnés 3. Introducir el conector principal dentro de la fixtura de prueba eléctrica. 4. Introducir el clip 1 en la fixtura de prueba eléctrica. 5. Introducir el clip 2 en la fixtura de prueba eléctrica. 6. Introducir el clip 3 en la fixtura de prueba eléctrica. 7. Introducir el protector de cables en la fixtura de prueba eléctrica. 8. Introducir los conectores en la fixtura de prueba eléctrica. 9. Introducir los clips 4 y 5 en la fixtura de prueba eléctrica. 10. Introducir el clip 6 en la fixtura de prueba eléctrica. 11. Introducir el clip 7 en la fixtura de prueba eléctrica. 12. Introducir el clip 8 en la fixtura de prueba eléctrica. 13. Introducir el conector en la fixtura de prueba eléctrica. 14. Verificar que todos los componentes estén correctamente introducidos para que arroje la etiqueta de condición ok. 15. Tomar la etiqueta y escanearla. 16. Retirar el arnés de la prueba eléctrica. 17. Colocar la etiqueta en el lugar establecido en el arnés. 18. Colocar en la caja gris para su siguiente actividad.
Inspección	1. Tomar arnés de la caja gris para realizar su inspección. 2. Introducir el conector principal dentro de la fixtura de inspección. 3. Introducir el clip 1 en la fixtura de inspección. 4. Introducir el clip 2 en la fixtura de inspección. 5. Introducir el clip 3 en la fixtura de inspección. 6. Introducir el clip 4 en la fixtura de inspección. 7. Introducir el clip 5 en la fixtura de inspección.

	8. Introducir el clip 6 en la fixtura de inspección. 9. Introducir el clip 7 en la fixtura de inspección. 10. Introducir el clip 8 en la fixtura de inspección. 11. Introducir el conector en la fixtura de inspección. 12. Introducir el protector de cables en la fixtura de inspección. 13. Introducir los conectores en la fixtura de inspección. 14. Verificar que todos los componentes tengan las longitudes determinadas. 15. Retirar el arnés del tablero de inspección. 16. Escanear código <i>QR</i> para que sea un producto <i>Ok</i> . 17. Retirar código <i>QR</i> . 18. Colocar el arnés en la caja de empaque.
--	---

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Se recolectaron los tiempos de las estaciones de trabajo de los 2 tipos de arneses que se realizan dentro de la línea “TESLA EVEREST CHASSIS”, con este se pudo observar el tiempo real de cada uno de estas, en el caso del arnés trasero se puede observar que la estación que está demorando más tiempo en realizarse es “Ensamble” teniendo un tiempo promedio de 7 minutos con 56 segundos, así mismo se tiene un tiempo total de 22 minutos con 15 segundos en la realización de este arnés.

En el caso del arnés frontal el tiempo total fue de 15 minutos con 39 segundos, además se identifica que la estación que tiene más tiempo acumulado es “Ensamble” teniendo un tiempo promedio de 3 minutos con 54 segundos.

Las siguientes imágenes muestran los resultados que se obtuvieron mediante la implementación del estudio de tiempos en el arnés trasero y el arnés frontal.



Ilustración 9 Estudio de tiempos arnés frontal

Fuente: Propia

5.2 Objetivo 2: Identificación de los tiempos muertos y el cuello de botella que afecta al proceso

Con los tiempos resultados del análisis de tiempos se realizará el diagrama de *yamazumi* del arnés trasero, con el fin identificar cuáles son las actividades que están prolongado el proceso dentro de la línea, asimismo se pueden analizar si hay medidas para contrarrestar estos tiempos muertos.

Las siguientes imágenes muestran el diagrama de *yamazumi* del arnés trasero:



Ilustración 10 Diagrama de *yamazumi* arnés trasero 1-6

Fuente: WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V

390	394					
	393					
	392					
	391					
	390					
	389					
	388					
	387					
	386					
385	385					
	384					
	383					
	382					
	381					
380	380					
	379					
	378					
	377					
	376					
375	375					
	374					
	373					
	372					
	371					
370	370					
	369					
	368					
	367					
	366					
365	365					
	364					
	363					
	362					
	361					
360	360					
	359					
	358					
	357					
	356					
355	355					
	354					
	353					
	352					
	351					
350	350					
	349					
	348					
	347					
	346					
345	345					
	344					
	343					
	342					
	341					
340	340					
	339					
	338					
	337					
	336					
335	335					
	334					
	333					
	332					
	331					
330	330					
	329					
	328					
	327					
	326					
325	325					
	324					
	323					
	322					
	321					
320	320					
	319					
	318					

Ilustración 11 Diagrama de yamazumi arnés trasero 2-6

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

315	317					
	316					
	315					
	314					
	313					
	312					
	311					
310	310					
	309					
	308					
	307					
	306					
305	305					
	304					
	303					
	302					
	301					
300	300					
	299					
	298					
	297					
	296					
295	295					
	294					
	293					
	292					
	291					
290	290					
	289					
	288					
	287					
	286					
285	285					
	284					

Ilustración 12 Diagrama de yamazumi arnés trasero 3-6

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

280	2831				
	2827				
	2811				
	2800				
	2798				
	2786				
	2779				
275	2768				
	2765				
	2744				
	2737				
	2723				
	2706				
270	2700				
	2688				
	2687				
	2686				
265	2680				
	2644				
	2633				
	2622				
	2611				
260	2600				
	2589				
	2587				
	2577				
255	2568				
	2555				
	2541				
	2533				
	2522				
	2511				
250	2500				
	2489				
	2477				
	2468				
245	2459				
	2444				
	2433				
	2421				
240	2411				
	2400				
	2389				
	2379				
	2368				
235	2355				
	2344				
	2333				
	2322				
	2311				
230	2300				
	2289				
	2280				
	2277				
	2268				
225	2259				
	2244				
	2233				
	2222				
	2211				
220	2200				
	2189				
	2180				
	2177				
	2168				
215	2159				
	2144				
	2133				
	2122				
	2111				
210	2100				
	2089				
	2077				
	2068				
205	2059				
	2044				
	2033				
	2022				
	2011				
200	2000				
	1989				
	1977				
	1968				
195	1959				
	1944				
	1933				
	1922				
	1911				
190	1900				
	1889				
	1880				
	1877				
	1868				
185	1859				
	1844				
	1833				
	1822				
	1811				

Ilustración 13 Diagrama de yamazumi arnés trasero 4-6

Fuente: WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V

Con este diagrama se identificó aquellas actividades que prologan el tiempo de realización del arnés trasero dentro de las diferentes estaciones son:

Preensamble 1:

1.- Se identifico que en la actividad 2 (Tomar conector secundario *DAMPER CONNECTOR* 1 del contenedor de componentes y colócalo dentro de la fixtura) genera 3.22 segundos más que la colocación de los demás conectores. En la ilustración 16 muestra la comparativa de tiempos del ensamble de conectores del arnés trasero.

3. Tomar conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR</i> 2 del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura. (2.95 Seg)
2. Tomar conector secundario <i>DAMPER CONNECTOR</i> 1 del contenedor de componentes y colócalo dentro de la fixtura. (6.17 Seg)
1. Toma conector principal <i>CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR</i> del contendor de componentes y coloca dentro de la fixtura. (2.96

Ilustración 16 Comparativa de tiempos del ensamble de conectores del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: se observó que la fixtura estaba mal diseñada, el conector no se ensamblaba correctamente dentro de la fixtura. En la ilustración 17 se muestra Fixtura mal diseñada del arnés trasero



Ilustración 17 Fixtura mal diseñada del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Solución: Se diseño una nueva fixtura corrigiendo esta problemática y se dio solución, ahora el conector se ensambla correctamente. En las siguientes ilustraciones se muestran el diseño 3D y de la posterior implementación de la fixtura.

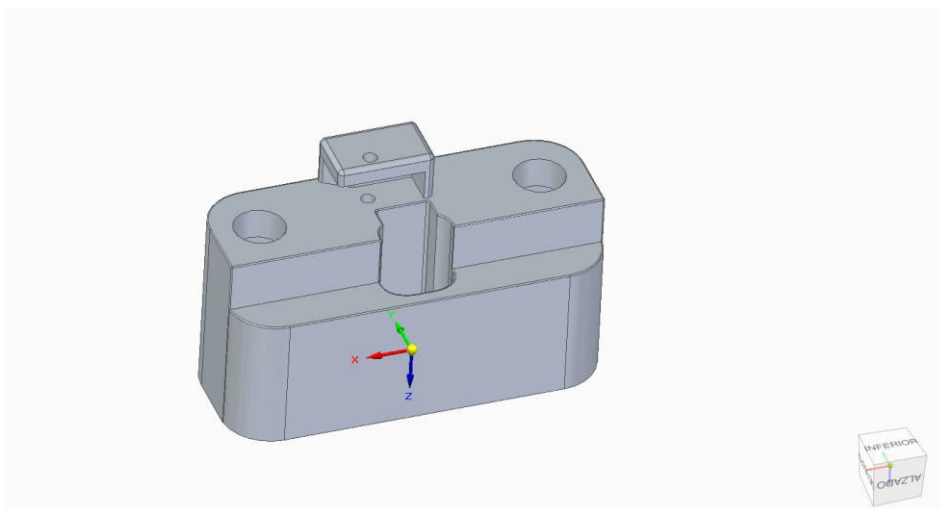


Ilustración 18 Diseño 3D de Fixtura para el arnés Trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*



Ilustración 19 Fixtura diseñada correctamente para el arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

2.- Se identifico un tiempo muerto al momento de cerrar el candado del *DAMPER CONNECTOR* 1 tiene una diferencia 3.59 segundos a diferencia del cierre de candado del *DAMPER CONNECTOR* 2. En la ilustración 20 muestra la comparativa del cierre del candado del *DAMPER CONNECTOR* 1 y 2 del arnés trasero

10. Cierra candado del conector *DAMPER CONNECTOR* 1. (7.08 Seg)

13. Cierra el candado del conector *DAMPER CONNECTOR* 2. (3.49 Seg)

Ilustración 20 Comparativa del cierre del candado del *DAMPER CONNECTOR* 1 y 2 del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: este problema se origina porque al momento de sacar el conector de la fixtura y cerrar el candado se volvía a colocar dentro de la fixtura

para que no estuviera suelto el conector. La ilustración 21 muestra la problemática del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés trasero

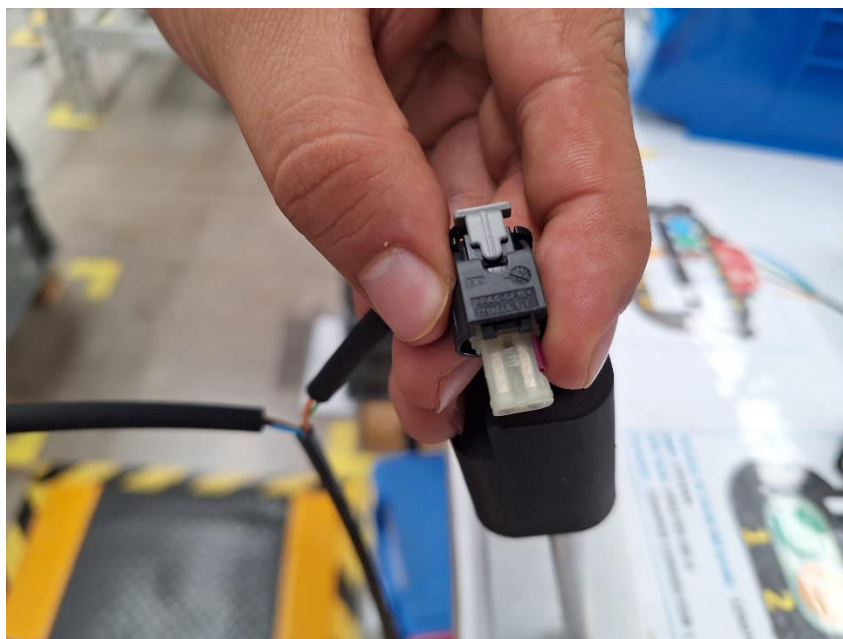


Ilustración 21 Problemática del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Solución: se modificó la instrucción de trabajo para eliminar este tiempo muerto. La ilustración 22 muestra la solución del cierre de candado del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés trasero

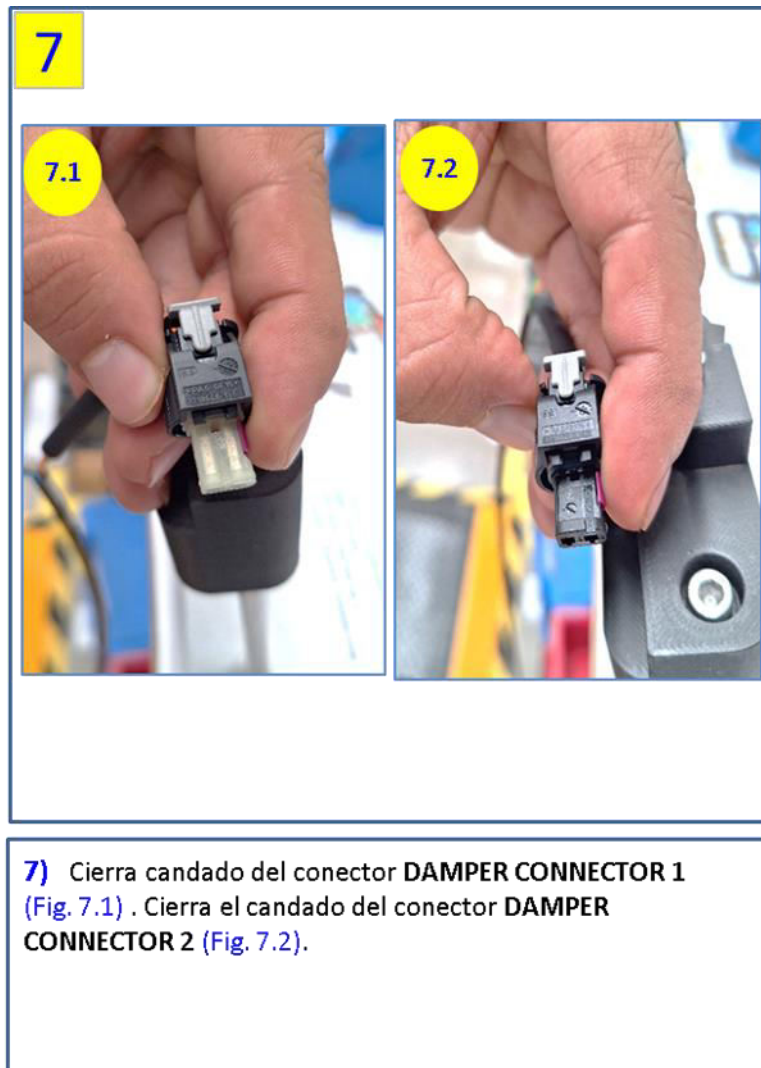


Ilustración 22 Solución del cierre de candado del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Moldeo: Por políticas de la empresa no se pueden hacer modificaciones a la estación de moldeo.

Preensamble 2:

1.- Se identificó tiempos muertos en el momento del cierre del candado del *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR* en comparación con el tiempo de cierre de candado del *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR* el tiempo que se prolonga es de 2.52 segundos. La ilustración 23 muestra la comparativa del cierre de candados de los conectores del arnés trasero

52. Cierra candado del conector CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR. (8.45 Seg)

55. Cierra candado del conector WSS+ACCELEROMETER CONECTOR. (5.93 Seg)

Ilustración 23 Comparativa del cierre de candados de los conectores del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: este problema se origina porque al momento de sacar el conector de la fixtura y cerrar el candado se volvía a colocar dentro de la fixtura para que no estuviera suelto el conector. A continuación en la ilustración 24 se muestra el ejemplo del cierre del conector principal.



Ilustración 24 Ejemplo del cierre del conector principal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Solución: Se modifico la instrucción de trabajo para eliminar este tiempo muerto.
la ilustración 25 muestra la solución del cierre del candado del CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR del arnés trasero



Ilustración 25 Solución del cierre del candado del CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

2.- Se identificó tiempos muertos en el momento del cierre del candado del *EPB CONNECTOR* en comparación con el tiempo de cierre de candado del *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR* el tiempo que se prolonga es de 2.86 segundos. La siguiente ilustración 26 muestra la comparativa del cierre de candados secundarios del arnés trasero

35. Cierra candado del conector secundario EPB CONNECTOR. (8.79 Seg)

55. Cierra candado del conector WSS+ACCELEROMETER CONECTOR. (5.93 Seg)

Ilustración 26 Comparativa del cierre de candados secundarios del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: este problema se origina porque al momento de sacar el conector de la fixtura y cerrar el candado se volvía a colocar dentro de la fixtura para que no estuviera suelto el conector. A continuación en la ilustración 27 se muestra el ejemplo del cierre del candado del EPB CONNECTOR.



Ilustración 27 Ejemplo del cierre del candado del EPB CONNECTOR

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Solución: Se modifico la instrucción de trabajo para eliminar este tiempo muerto. En la ilustración 28 se muestra la solución del cierre del candado del EPB CONNCETOR del arnés trasero

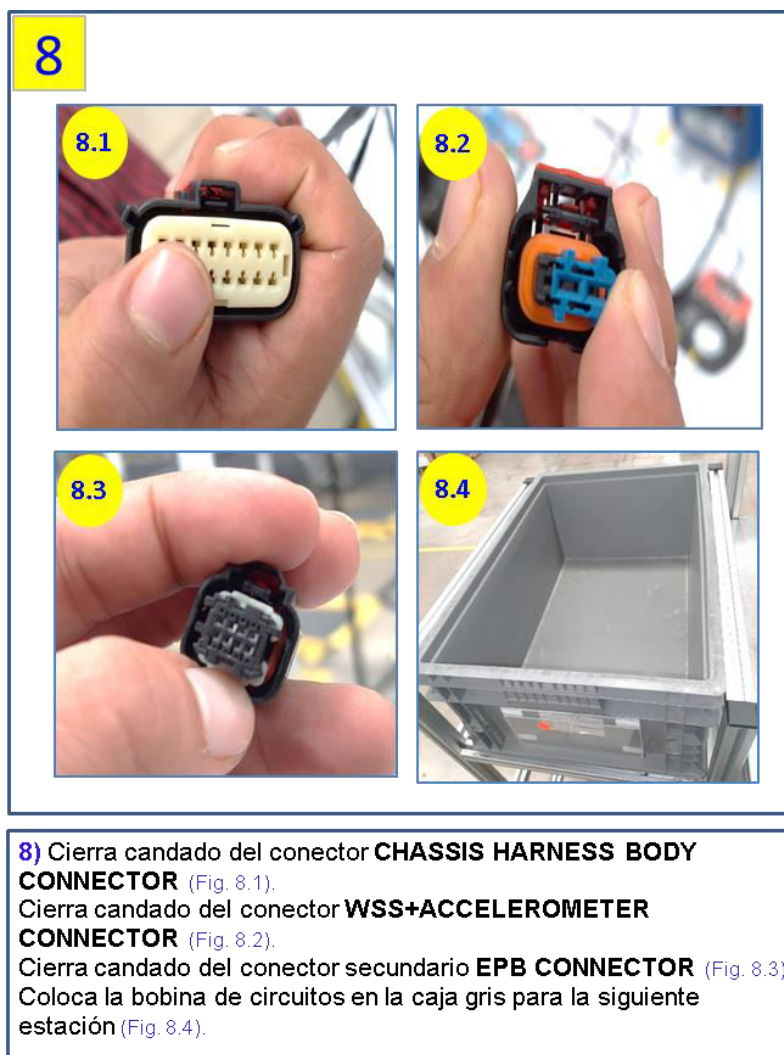


Ilustración 28 Solución del cierre del candado del EPB CONNCETOR del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

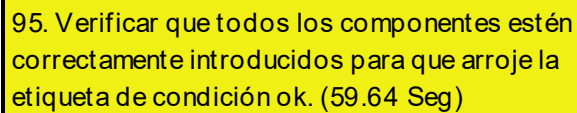
Ensamble:

No se encontraron tiempos muertos ni cuellos de botella dentro de ensamble.

Prueba eléctrica:

1.- Se identificó un cuello de botella dentro de la prueba eléctrica que es la verificación de los componentes para que arroje la etiqueta de condición *ok*.

En la ilustración 29 se evidencia los tiempos de verificación de los componentes del arnés (prueba eléctrica) del arnés trasero.



95. Verificar que todos los componentes estén correctamente introducidos para que arroje la etiqueta de condición ok. (59.64 Seg)

Ilustración 29 Tiempo de verificación de los componentes del arnés (prueba eléctrica) del arnés trasero

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: los módulos de prueba eléctrica son deficientes, el sensor de estos no detecta correctamente los conectores y clips del arnés, el operador tiene que manipular los módulos para que puedan detectar los componentes correctamente.

Solución: se comunicó al área de automatización para ponerse en contacto con los proveedores de los módulos para que así puedan usarse de forma correcta.

Yamazumi Frontal:

Las siguientes ilustraciones muestran el diagrama de *yamazumi* del arnés frontal:

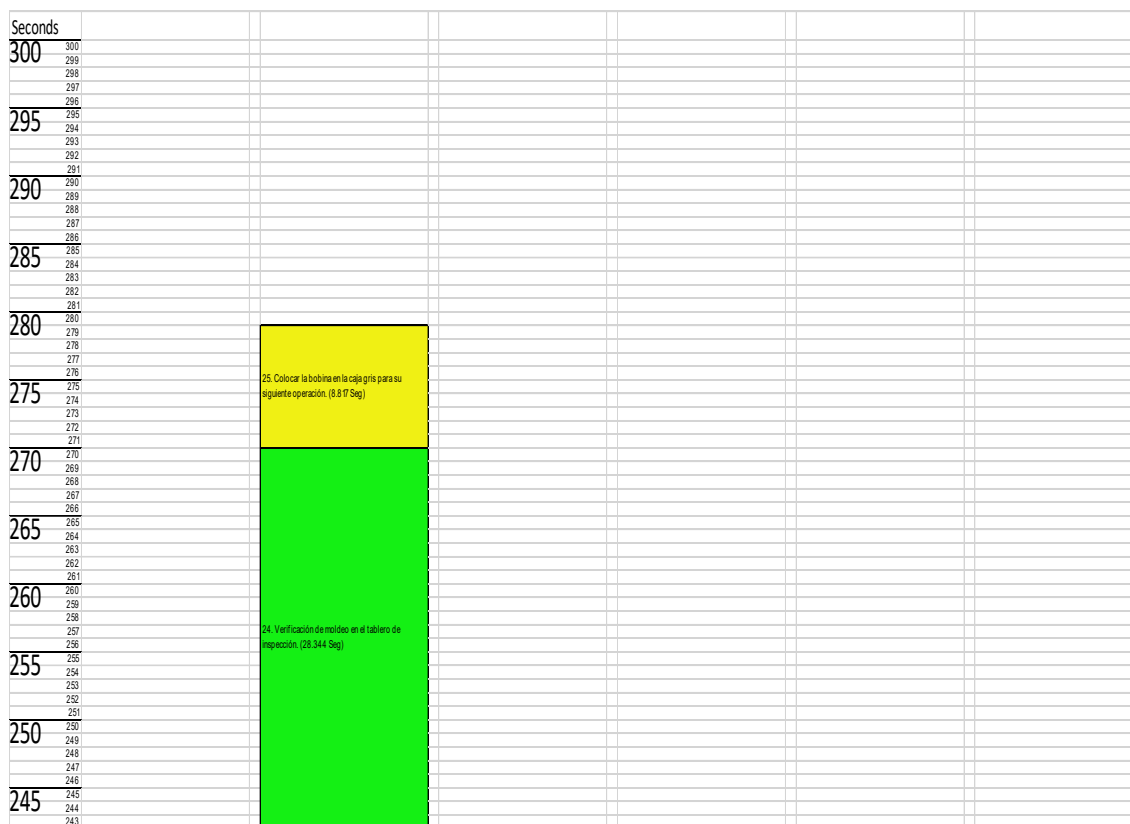


Ilustración 30 Diagrama de *yamazumi* arnés frontal 1-3

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

242					
240					
239					
238					
237					
236					
235		23. Conectar cableado (3.608 Seg)		63. Retira el área del tablero de construcción y coloca en la caja (3.651 Seg)	
234					
233					
232					
231					
230					
229					
228					
227					
226					
225					
224					
223					
222					
221					
220		22. Verificar que el grimal se encuentre en condiciones OK. (4.887 Seg)			
219					
218					
217					
216					
215			46. Coloca la bobina en la siguiente estación. (3.62 Seg)	61. Con la pistola calibradora 4, realiza el corte de conductos de los clips C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8 siguiendo la secuencia de menor a mayor, marcando por 12, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. (10.576 Seg)	
214					
213					
212					
211					
210		21. Retira los sensores de ruido. (9.601 Seg)	45. Cierre candidato del conector secundario. (5.767 Seg)		
209					
208					
207					
206					
205				60. Toma el clip 226647 y colócalo en C1 (6.942 Seg)	
204					
203					
202					
201					
200			44. Toma los puntos secundarios del blindado Llave 10 ensambla el circuito (200) en el conector secundario en la canal 6. (10.381 Seg)		
199					
198					
197					
196					
195				59. Toma el clip 22667 y colócalo en C3 y C6. (10.294 Seg)	
194					
193					
192					
191					
190			43. Toma los puntos secundarios del blindado Llave 10 ensambla el circuito (200) en el conector secundario en la canal 7. (10.498 Seg)		
189					
188					
187					
186					
185					
184					
183					
182					
181					
180			42. Cierre candidato del conector principal. (7.64 Seg)		
179					
178					
177					
176					
175				57. Toma el clip (conductor) 226649 y colócalo en el siguiente orden: C5, C6, C4, C3. (24.602 Seg)	
174					
173					
172					
171					
170			41. Toma los puntos del blindado Llave 10 ensambla el circuito (200) en el conector principal en la canal 6. (15.965 Seg)		
169					
168					
167					
166					
165					
164					
163					
162					
161					
160		20. Presionar el botón verde para iniciar el corte (línea es presionada el botón verde, el ciclo inicia el cableado conector). (29 Seg)	40. Toma los puntos del blindado Llave 10 ensambla el circuito (200) en el conector principal en la canal 5. (19.912 Seg)		
159					
158					
157					
156					
155					
154					
153					
152					
151					
150	14. Colocar la bobina en la caja gris para su siguiente estación. (9.722 Seg)			56. Coloca el cable de la manga BTD 9 (2) recívala a la bandeja B3 y realiza colocación de Splice Tape con cinta VT-BK en la izquierda de la bandeja B3 cubriendo MANEJA BTD 9 (2) mm. (6.884 Seg)	
149					
148					
147					
146					
145	13. Cierre candidato del conector DAMPER CONNECTOR 2. (3.206 Seg)		39. Toma el blindado Llave 100 ensambla el circuito acelerómetro Chiral B1 color naranja en el conector secundario en la canal 4. (10.590 Seg)		
144					
143					
142					
141					
140	12. Toma los puntos blindado Llave 100 ensambla el circuito DAMPER RES color café en el conector secundario DAMPER CONNECTOR 2 en la canal 3. (9.734 Seg)				
139					
138					
137					
136					
135					
134					
133					
132					
131					
130	11. Toma los puntos blindado Llave 100 ensambla el circuito DAMPER RES color azul en el conector secundario DAMPER CONNECTOR 2 en la canal 1 y 4. (9.365 Seg)		38. Toma los puntos blindado Llave 100 Acelerómetro Chiral B1 color verde en el conector secundario en la canal 3. (10.627 Seg)		
129					
128					
127	10. Cierre candidato del conector DAMPER CONNECTOR 1. (3.831 Seg)				
126					
125				55. Toma la MANEJA BTD 9 (2) mm y colócala en el indicador B2, realiza fijación con cinta VT-BK, respecto a la bandeja B2. (26.967 Seg)	
124					
123					
122					
121					
120			37. Toma los puntos blindado Llave 100 Acelerómetro Chiral A1 color rojo en el conector secundario en la canal 2. (10.739 Seg)		61. Colocar en la caja gris para su siguiente actividad. (6.824 Seg)
119					
118					
117					
116					
115					

Ilustración 31 Diagrama de yamazumi arnés frontal 2-3

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

115	114					
110	109					
105	104					
100	99					
95	94					
90	89					
85	84					
80	79					
75	74					
70	69					
65	64					
60	59					
55	54					
50	49					
45	44					
40	39					
35	34					
30	29					
25	24					
20	19					
15	14					
10	9					
5	4					
	3					
	2					
	1					
Procesos	Preensamblable 1	Moldeo	Preensamblable 2	Ensamble	Prueba eléctrica	Inspección

Ilustración 32 Diagrama de *yamazumi* arnés frontal 3-3

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Los tiempos muertos y cuello de botella identificados en las estaciones de trabajo del arnés frontal son:

Preensamblable 1:

1.- Se identifico que en la actividad 2 (Tomar conector secundario *DAMPER CONNECTOR* 1 del contenedor de componentes y colócalo dentro de la fixtura) genera 5.56 segundos más que la colocación de los demás conectores. A continuación, en la ilustración 33 se muestran la comparativa de tiempos de ensamble de conectores del arnés frontal.

3. Tomar conector secundario DAMPER CONNECTOR 2 del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura. (3.98 Seg)
2. Tomar conector secundario DAMPER CONNECTOR 1 del contenedor del componente y colócalo dentro de la fixtura. (9.54 Seg)
1. Toma conector principal CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR del contendor de componentes y coloca dentro de la fixtura. (3.7 Seg)

Ilustración 33 Comparativa de tiempos del ensamble de conectores del arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: se observó que la fixtura estaba mal diseñada, el conector no se ensamblaba correctamente dentro de la fixtura. la ilustración 34 muestra la fixtura mal diseñada del arnés frontal.



Ilustración 34 Fixtura mal diseñada del arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Solución: Se diseño una nueva fixtura corrigiendo esta problemática y se dio solución, ahora el conector se ensambla correctamente. Las siguientes

ilustraciones muestran el diseño 3D y la implementación de la nueva fixtura en el arnés frontal.

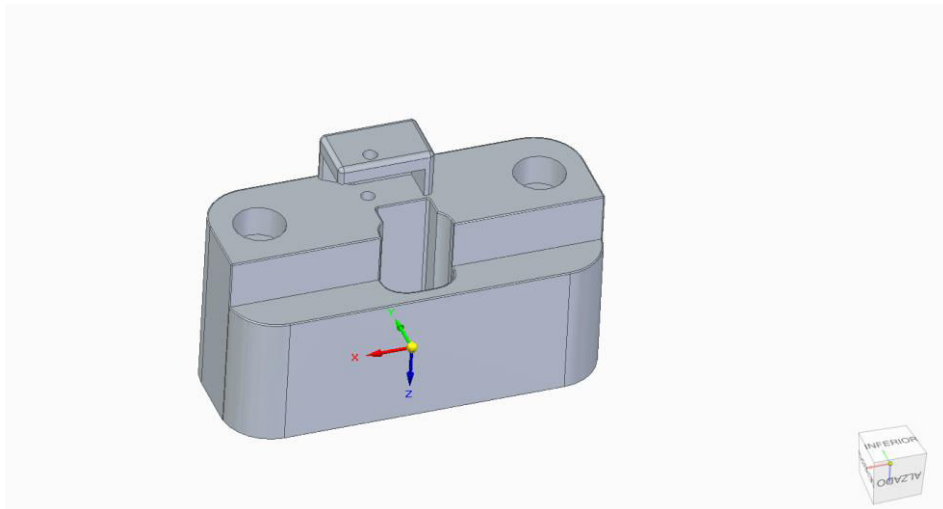


Ilustración 35 Fixtura 3D diseñada para el arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*



Ilustración 36 Fixtura diseñada correctamente para el arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

2.- Se identifico un tiempo muerto al momento de cerrar el candado del DAMPER CONNECTOR 1 tiene una diferencia 5.04 segundos a diferencia del cierre de candado del DAMPER CONNECTOR 2. La ilustración 37 enseña la comparativa del cierre del candado del DAMPER CONNECTOR 1 y 2 del arnés frontal

10. Cierra candado del conector DAMPER CONNECTOR 1. (8.83 Seg)

13. Cierra candado del conector DAMPER CONNECTOR 2. (3.3 Seg)

Ilustración 37 Comparativa del cierre del candado del DAMPER CONNECTOR 1 y 2 del arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: este problema se origina porque al momento de sacar el conector de la fixtura y cerrar el candado se volvía a colocar dentro de la fixtura para que no estuviera suelto el conector. En la ilustración 38 evidencia la problemática del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés frontal.

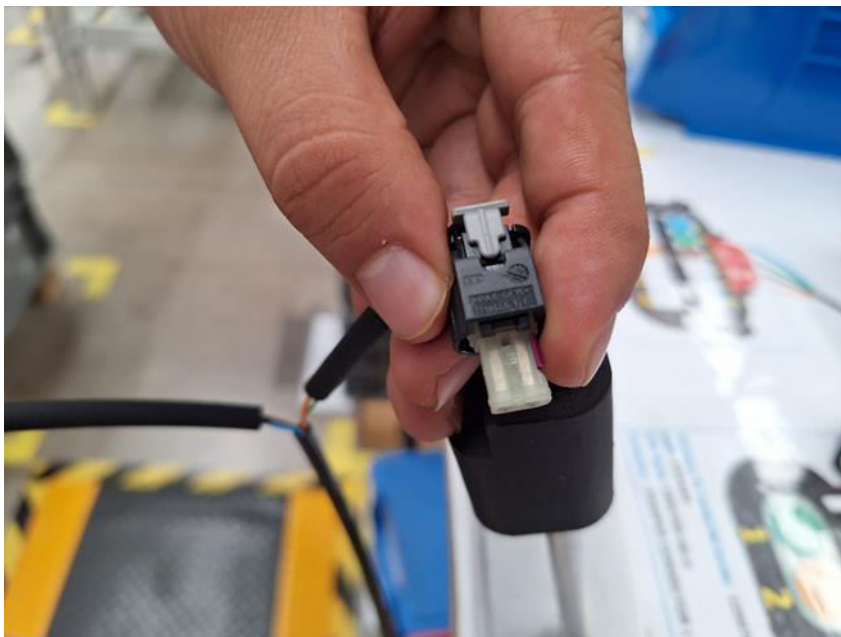
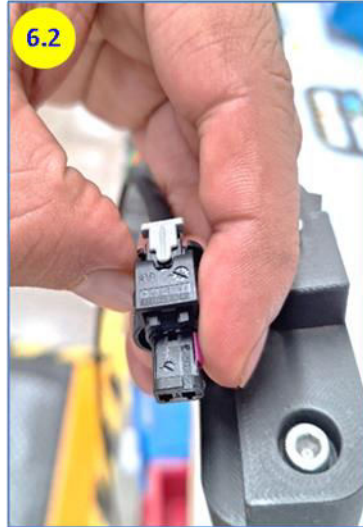


Ilustración 38 Problemática del DAMPER CONNECTOR 1 del arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Solución: se modificó la instrucción de trabajo para eliminar este tiempo muerto. A continuación se muestra la ilustración 39.

6



6) Cierra candado del conector **DAMPER CONNECTOR 1** (Fig. 6.1).
Cierra candado del conector **DAMPER CONNECTOR 2** (Fig. 6.2).

Ilustración 39 Cierre del candado del *DAMPER CONNECTOR 1* del arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Moldeo: por políticas de la empresa no se pueden hacer modificaciones a la estación de moldeo.

Preensamble 2:

1.- Se identificó tiempos muertos en el momento del cierre del candado del CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR en comparación con el tiempo de cierre de candado del WSS ACCELEROMETER CONNECTOR el tiempo que se prolonga es de 3.85 segundos. En la ilustración 40 demuestra la comparativa del cierre de candados de los conectores del arnés frontal

42. Cierra candado del conector principal. (9.64 Seg)

45. Cierra candado del conector secundario. (5.79 Seg)

Ilustración 40 Comparativa del cierre de candados de los conectores del arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: este problema se origina porque al momento de sacar el conector de la fixtura y cerrar el candado se volvía a colocar dentro de la fixtura para que no estuviera suelto el conector. En la siguiente ilustración 41 muestra el ejemplo del cierre del candado del WSS ACCELEROMETER CONNECTOR.



Ilustración 41 Ejemplo del cierre del candado del WSS ACCELEROMETER CONNECTOR

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Solución: se modificó la instrucción de trabajo para eliminar este tiempo muerto. En la siguiente ilustración 42 muestra la solución del cierre del candado del WSS ACCELEROMETTER CONNECTOR del arnés frontal



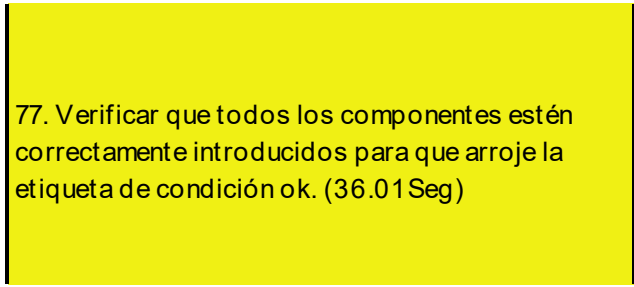
Ilustración 42 Solución del cierre del candado del WSS ACCELEROMETER CONNECTOR del arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Ensamble: No se encontraron tiempos muertos ni cuellos de botella dentro de ensamble.

Prueba eléctrica:

1.- Se identificó un cuello de botella dentro de la prueba eléctrica que es la verificación de los componentes para que arroje la etiqueta de condición ok. En la ilustración 43 evidencia el tiempo de verificación de los componentes del arnés (prueba eléctrica) del arnés frontal.



77. Verificar que todos los componentes estén correctamente introducidos para que arroje la etiqueta de condición ok. (36.01 Seg)

Ilustración 43 Tiempo de verificación de los componentes del arnés (prueba eléctrica) del arnés frontal

Fuente: *WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V*

Problema: los módulos de prueba eléctrica son deficientes, el sensor de estos no detecta correctamente los conectores y clips del arnés, el operador tiene que manipular los módulos para que puedan detectar los componentes correctamente.

Solución: se comunicó al área de automatización para ponerse en contacto con los proveedores de los módulos para que así puedan usarse de forma correcta.

En la siguiente ilustración 44, se muestra las respuestas obtenidas aplicada a los 5 operadores que están participando en la línea de producción:

Pregunta	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3	Respuesta 4	Respuesta 5
1.- ¿En qué estación de trabajo está posicionado?	Moldeo	Preensamble 1	Preensamble 2	Ensamble	Prueba electrica
2.- ¿Cuál es la actividad que se le dificulta más realizar dentro de su estación?	Se atorran los conectores en el molde.	Introducir los conectores en las fixturas.	Conectar cables del Leoni rojo y blanco.	Conecciones de los conectores (Capuchas)	Verificar el correcto funcionamiento del arnés.
3.- ¿Por qué se le dificulta realizar esa actividad?	Molde muy justo.	No se puede colocar muy bien los conectores en las fixturas y evita que no se puedan colocar bien los cables en el conector.	Muy flexible el material.	Falta de material.	Por los modulos.
4.- ¿Ah identificados problemas que le impiden realizar su trabajo?	No	Si	Si	Si	Si
5.- ¿Cuáles son los problemas que ha identificado?	Ninguno.	Fixturas mal diseñadas	No entran los conectores en la fixtura.	Ordenes.	Modulos ineficientes.
6.- ¿Por qué cree que se originen esos problemas?	x	Mala adminitración.	Mala adminitración.	Mala administración.	Modulos viejos.
7.- ¿Qué tan a menudo suceden estos problemas?	x	Mas de 10 veces al dia.	Mas de 10 veces al dia.	1 a 3 veces al dia.	Mas de 10 veces.
8.- ¿Estaría dispuesto a aprender nuevos métodos	Si	Si	Si	SI	Si

Ilustración 44 Respuestas de la encuesta

fuentes

Después de obtener la opinión de los operadores de cuáles son las problemáticas del proceso, se realizó una verificación de si sucedían realmente las problemáticas que mencionaron los operadores, esta verificación se realizó en una cantidad de 20 piezas, la tabla 6 se muestra la ocurrencia real de las problemáticas:

Tabla 6 Tabla de ocurrencia de las problemáticas

Problemática	Descripción	Ocurrencia real
Problemas con las fixturas.	Se encuentra problemática en las fixturas donde se colocan los conectores de los arneses.	100%
Bastidor con medidas muy justas.	Los bastidores están con la longitud exacta de los circuitos y por lo tanto se le dificulta al operador retirarlos cuando termina la actividad.	15%
Dificultad para Introducir los circuitos.	Los circuitos deben de Introducirse de una forma específica y si no se coloca de esta forma presenta problemas en los circuitos al forzarlos para Introducirlos.	30%
Módulos de prueba eléctrica deficientes.	Los módulos de prueba no están correctamente ajustados y presenta problemas para leer correctamente los conectores del arnés.	70%
Falta de material.	Se encuentra un desabasto de material dentro de la línea por lo tanto se originan tiempos muertos mientras se espera el abastecimiento del material.	5%

A continuación se muestra el diagrama de ISHIKAWA para identificar las principales causas de las problemáticas que surgen a partir del proceso de elaboración de arneses traseros y frontales. En ilustración 45 se muestra el Diagrama de ISHIKAWA del proceso de elaboración de arneses traseros y frontales.

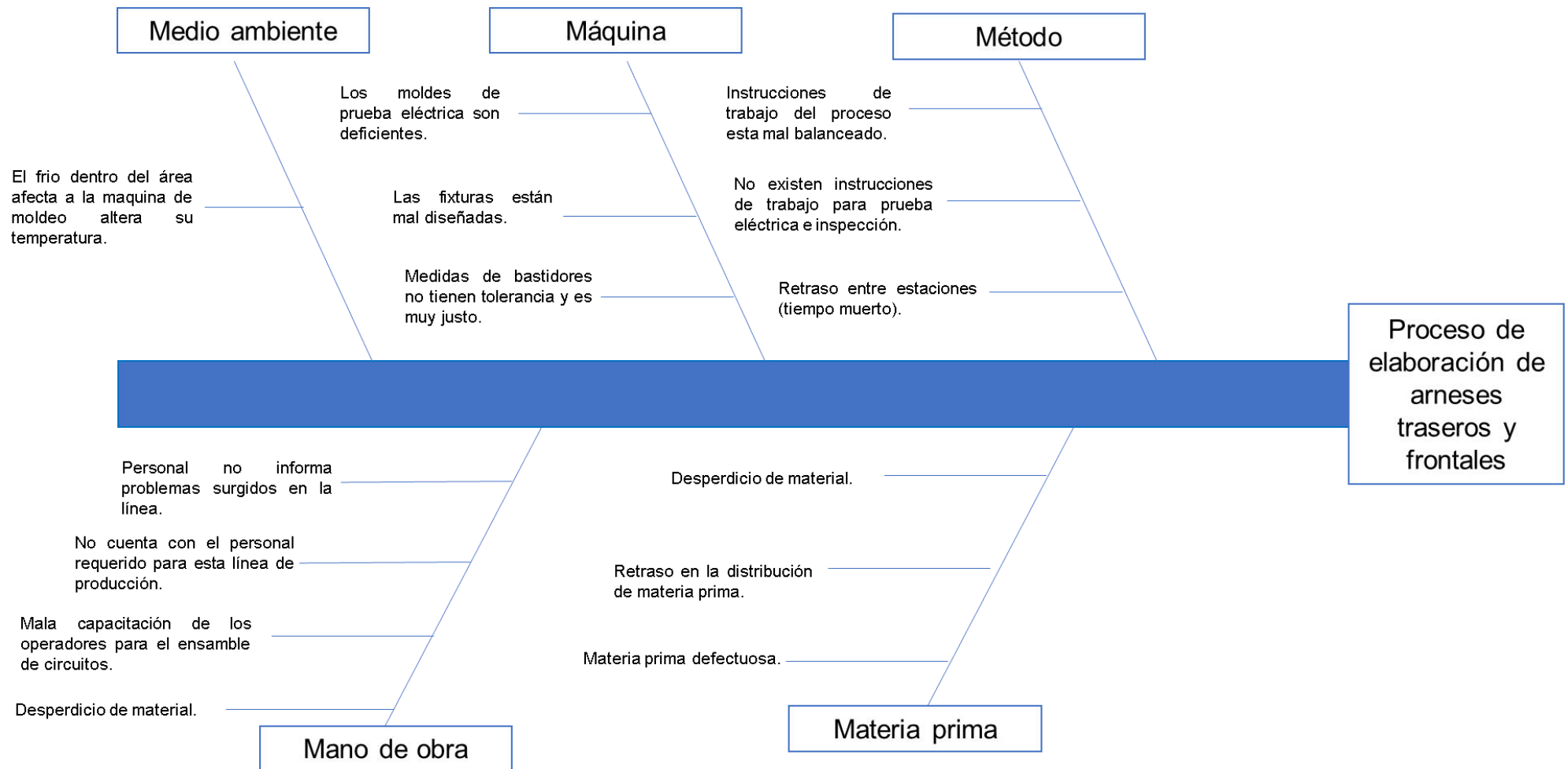


Ilustración 45 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Propia

Con la información arrojada por el diagrama de *Ishikawa*, se realizó un diagrama de Pareto, con el fin de identificar cuáles son los mayores problemas que afectan al proceso, de esta forma poder encontrar soluciones a las problemáticas, en la siguiente ilustración 46 se muestra el resultado del diagrama de Pareto.

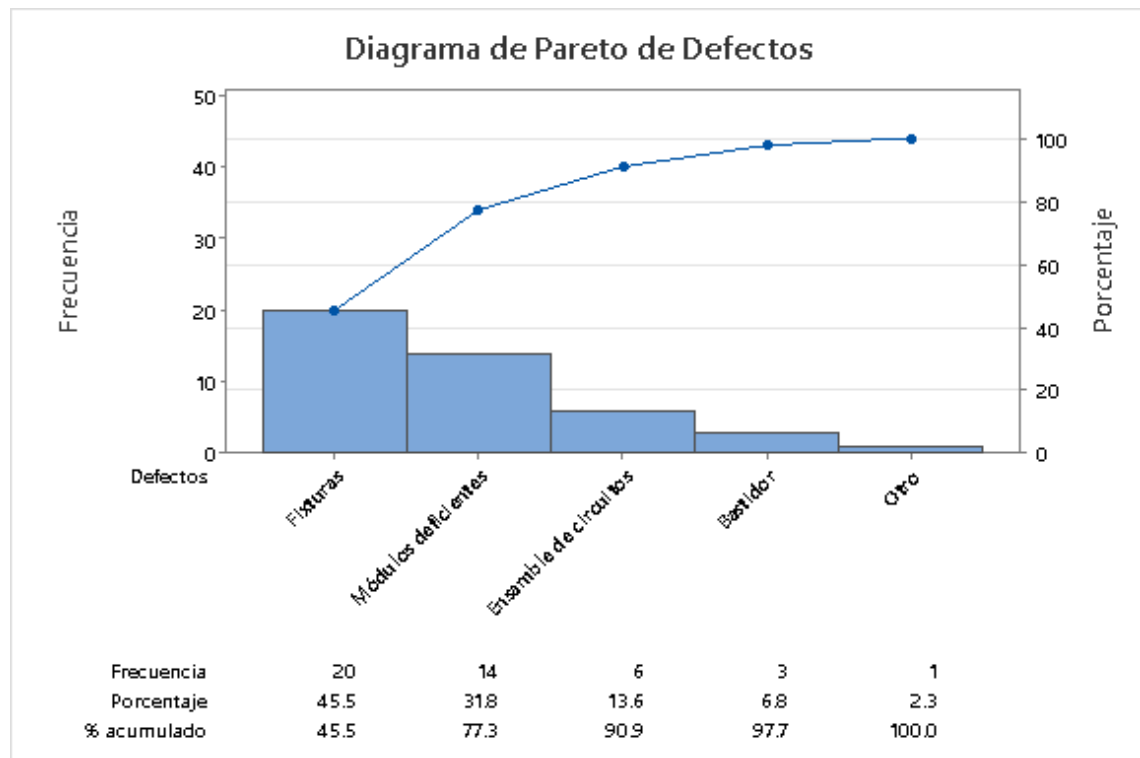


Ilustración 46 Diagrama de Pareto

Con la información arrojada por el diagrama de Pareto se puede identificar que los principales problemas que afectan más al proceso de elaboración son la colocación de los conectores en las fixturas en el preensamble 1, los módulos deficientes de prueba eléctrica y el ensamble de los circuitos.

5.3 Objetivo 3: Implementación mejoras que permitan la disminución los tiempos.

A continuación, se mostrará la actualidad de la empresa, hablando de sus procesos de cada estación para los tipos de arenes (Trasero y Frontal), se dividirá por estaciones de trabajo para mejor comprensión.

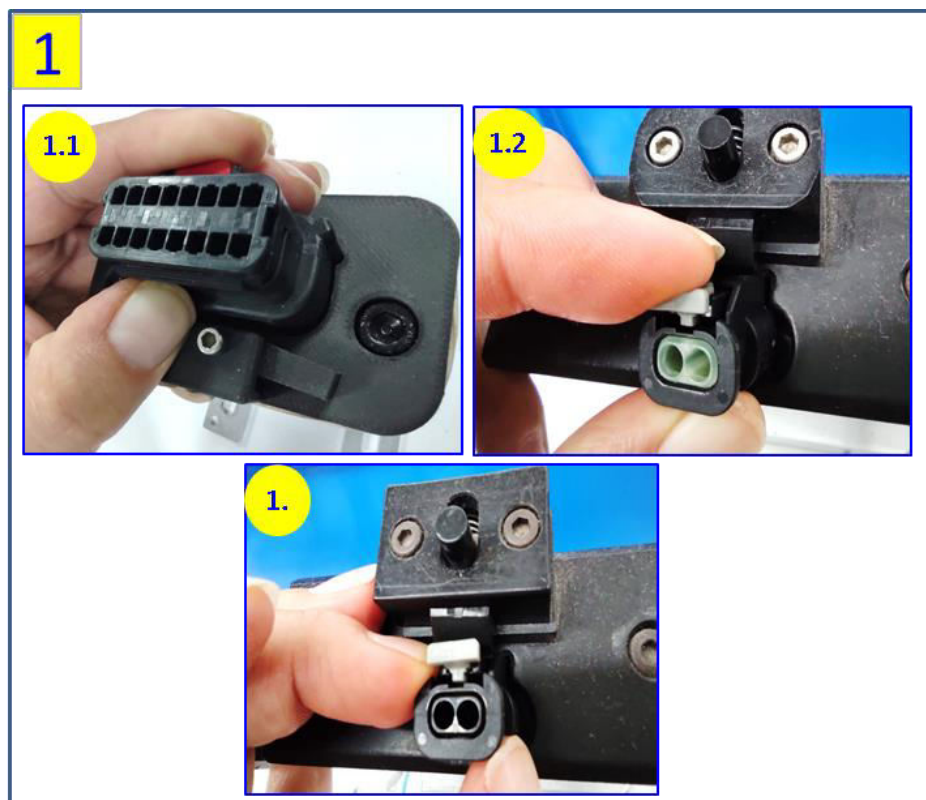
1.- Arnés trasero:

Preensamble 1

Las instrucciones de trabajo están divididas por actividades para mejor comprensión de los operadores y estas son las siguientes:

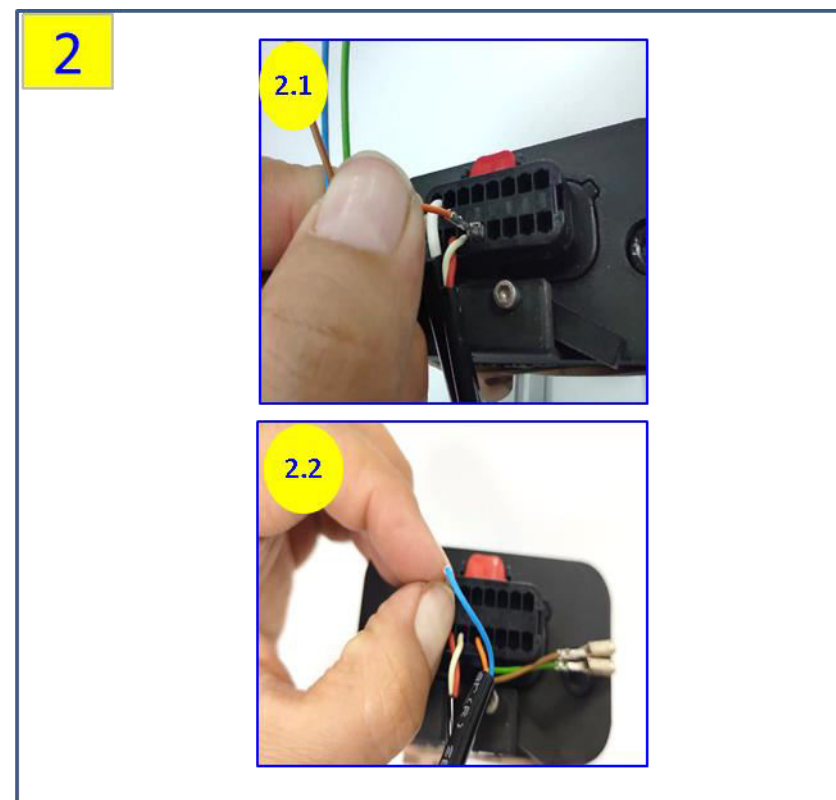
- En la Actividad 1 se encarga de realizar el insertado del conector principal *CHASSIS HARNES BODY CONNECTOR* y del *DAMPER CONNECTOR 1* y el *DAMPER CONNECTOR 2* dentro de las fixturas de preensamble.
- Después en la Actividad 2 y 3 del preensamble 1 tiene las actividades de insertar los circuitos principales dentro del conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*.
- En la Actividad 4 y 5 se insertan los circuitos en los *DAMPER CONNECTOR 1* y *2*, además de cerrar el seguro del conector para evitar que se desensamblen los circuitos de los conectores.
- En la Actividad 6 se encarga de conectar los *PLUGS* dentro del conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*.
- Para concluir se prosigue con la colación de la bobina dentro de la caja gris para su posterior uso dentro de la siguiente estación.

A continuación, se muestran las ilustraciones de las secciones del preensamble 1 del arnés trasero:



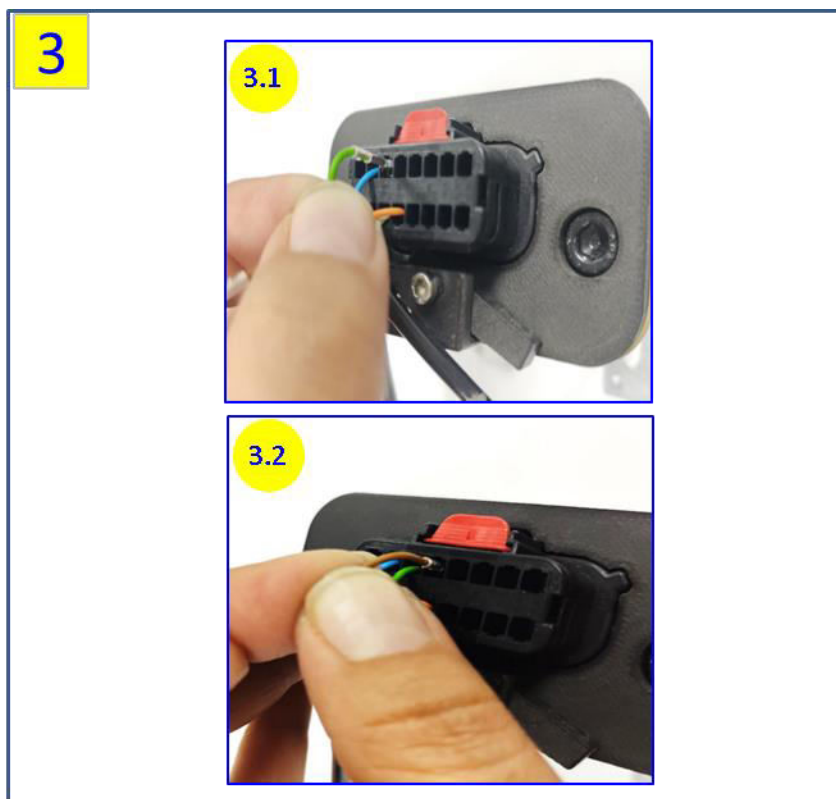
1) Tomar conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca dentro de fixtura (Fig. 1.1). Tomar conector secundario **DAMPER CONNECTOR 1** del contenedor de componentes y coloca dentro de fixtura (Fig. 1.2). Tomar conector secundario **DAMPER CONNECTOR 2** del contenedor de componentes y coloca dentro de fixtura (Fig.1.3).

Ilustración 47 Actividad 1 de preensamble 1 arnés trasero



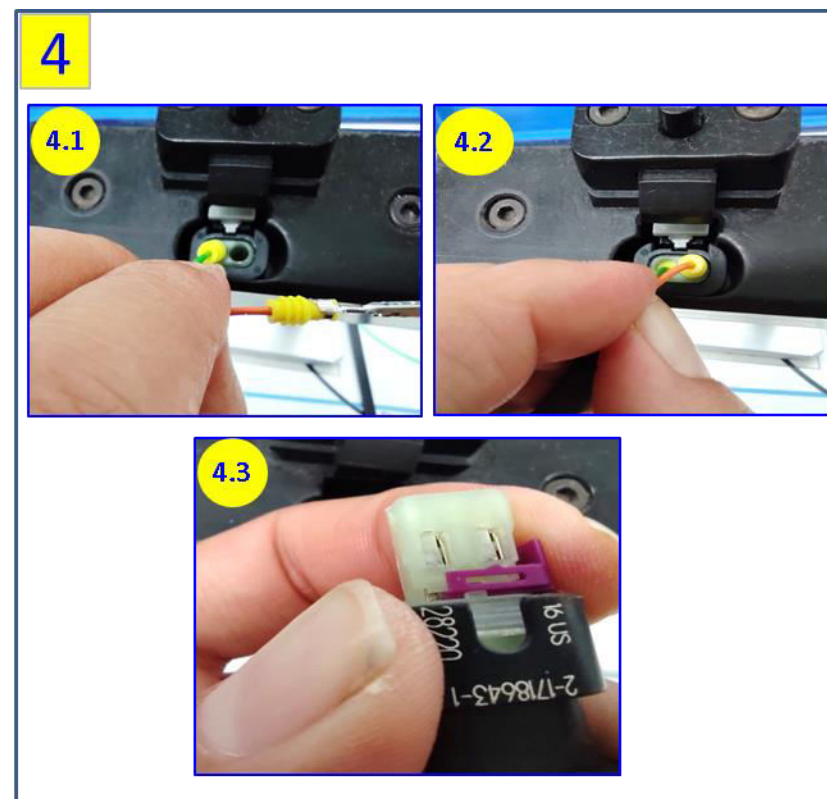
2) Toma el Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB GND** color naranja en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 12 (Fig. 2.1). Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER COMP+** color Azul en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 2 (Fig. 2.2).

Ilustración 48 Actividad 2 de preensamble 1 arnés trasero



3) Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB+** color Verde en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 3 (Fig. 3.1).
Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER COMP GND** color Café en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 4 (Fig. 3.2).

Ilustración 49 Actividad 3 de preensamble 1 arnés trasero



4) Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB+** color Verde en el conector secundario **DAMPER CONNECTOR 1** en la cavidad 1 (Fig. 4.1). Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB GND** color naranja en el conector secundario **DAMPER CONNECTOR 1** en la cavidad 2 (Fig. 4.2). Cierra candado del conector **DAMPER CONNECTOR 1** (Fig. 4.3).

Ilustración 50 Actividad 4 de preensamble 1 arnés trasero

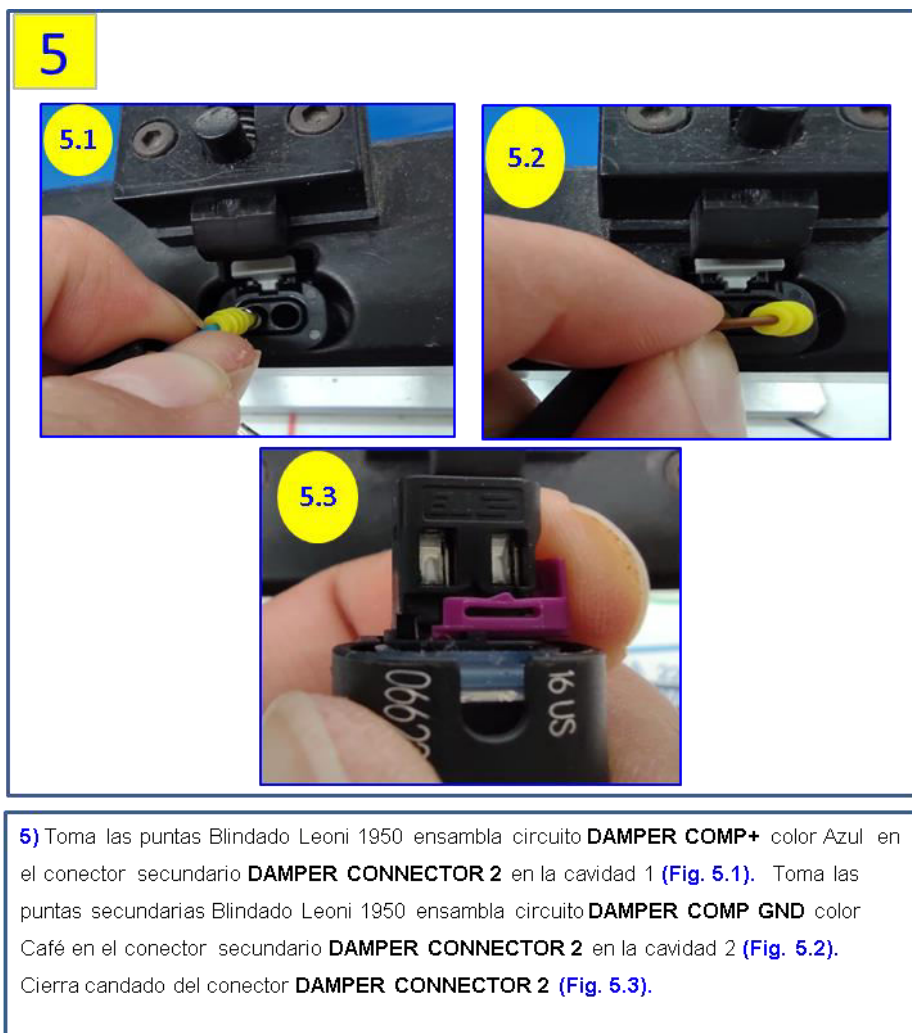


Ilustración 51 Actividad 5 de preensamble 1 arnés trasero



Ilustración 52 Actividad 6 de preensamble 1 arnés trasero

7



7) Para finalizar coloca la bobina de circuitos en caja gris para la siguiente estación (Fig. 7.1).

Ilustración 53 Actividad 7 de preensamble 1 arnés trasero

Moldeo:

No cuenta con ayudas visuales o una hoja de paso a paso para que ayude al operador a trabajar de la mejor forma posible. Solamente cuenta con información de protocolo en los documentos confidenciales de la empresa y cuenta con una ayuda visual de condiciones OK y condiciones NO OK, esto para cumplir con el estándar de calidad requerido por el cliente.

Por política de la empresa no se pueden hacer cambios en la estación de moldeo, por lo tanto, no se pueden elaborar instrucciones de trabajo.

Preensamble 2:

Esta estación de trabajo esta divida en estaciones de trabajo para mejor entendimiento del operador, las secciones son:

- Actividad 1: se introducen los conectores (*CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*, *WSS+ ACCELEROMETER CONNECTOR* y el *EPB CONNECTOR*) dentro de las fixturas correspondientes y el posterior ensamble del circuito color negro en el conector principal en su cavidad correspondiente.
- Actividad 2: se coloca el circuito blanco dentro del conector principal, después de esto se ensambla el circuito negro y blanco dentro del *EPB CONNECTOR* en sus cavidades correspondiente y finaliza con el cierre del seguro del candado del conector.
- Actividad 3: se ensambla el circuito rojo y blanco dentro del conector principal en sus cavidades correspondientes y además ensamblar el circuito color naranja dentro de este mismo.
- Actividad 4: se ensambla los demás circuitos (color azul, café y verde) dentro del conector principal.
- Actividad 5: se ensambla el circuito rojo, blanco y café dentro del conector secundario (*WSS+ ACCELEROMETER*) en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 6: se ensamblan los circuitos color azul, verde y naranja dentro del conector secundario.

- Actividad 7: se termina de ensamblar los circuitos color rojo y blanco dentro del conector principal y se cierra el candado del conector.
- Actividad 8: por último, se ensambla los circuitos rojo y blanco dentro del conector secundario y se cierra su candado para terminar colocando la bobina dentro de la caja y para su siguiente estación.

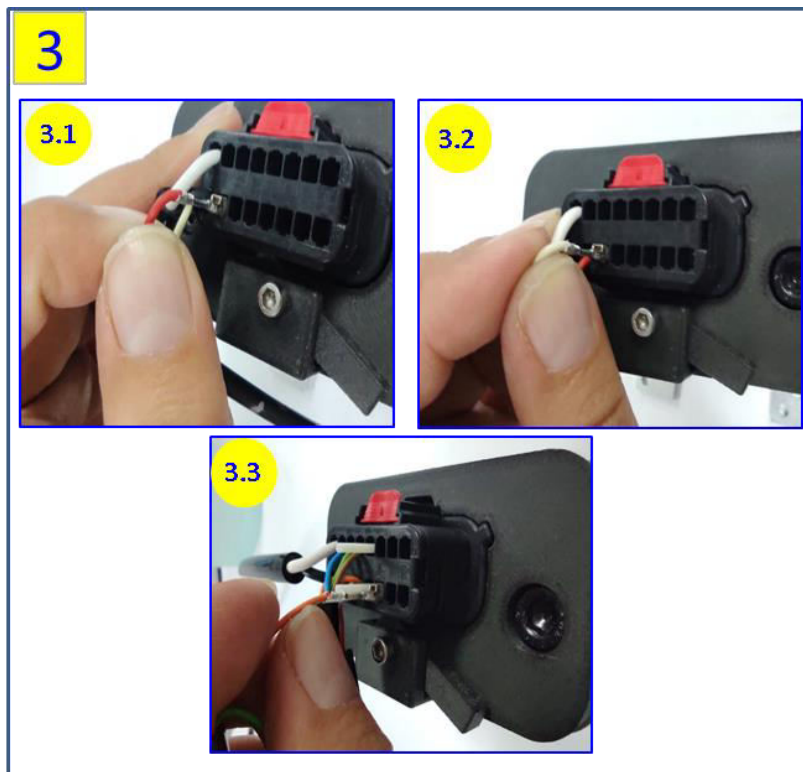
A continuación, se muestran las ilustraciones de las secciones del preensamble 2 del arnés trasero:



Ilustración 54 Actividad 1 de preensamble 2 arnés trasero

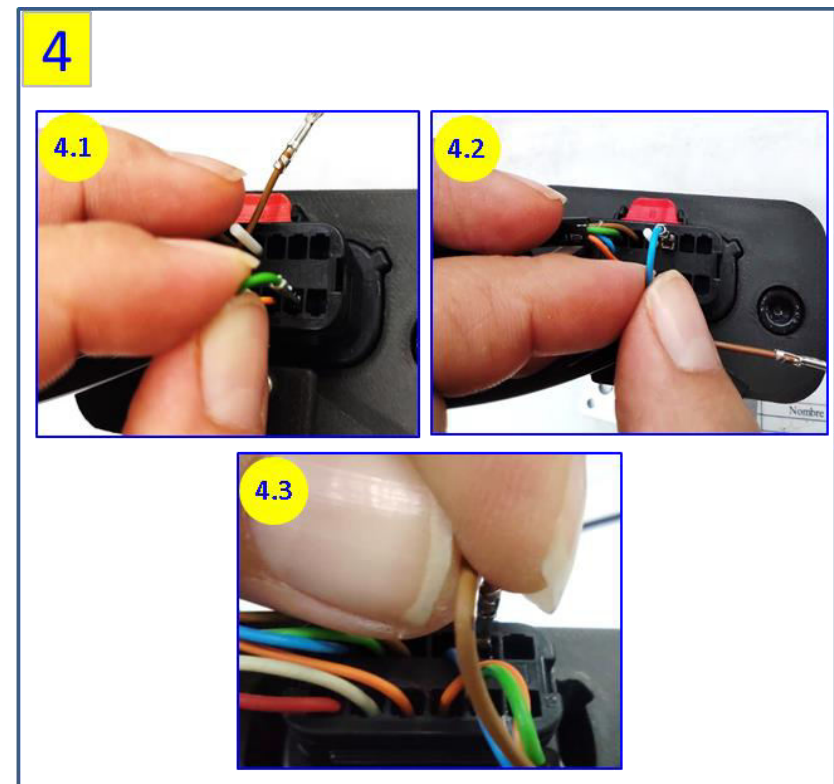


Ilustración 55 Actividad 2 de preensamble 2 arnés trasero



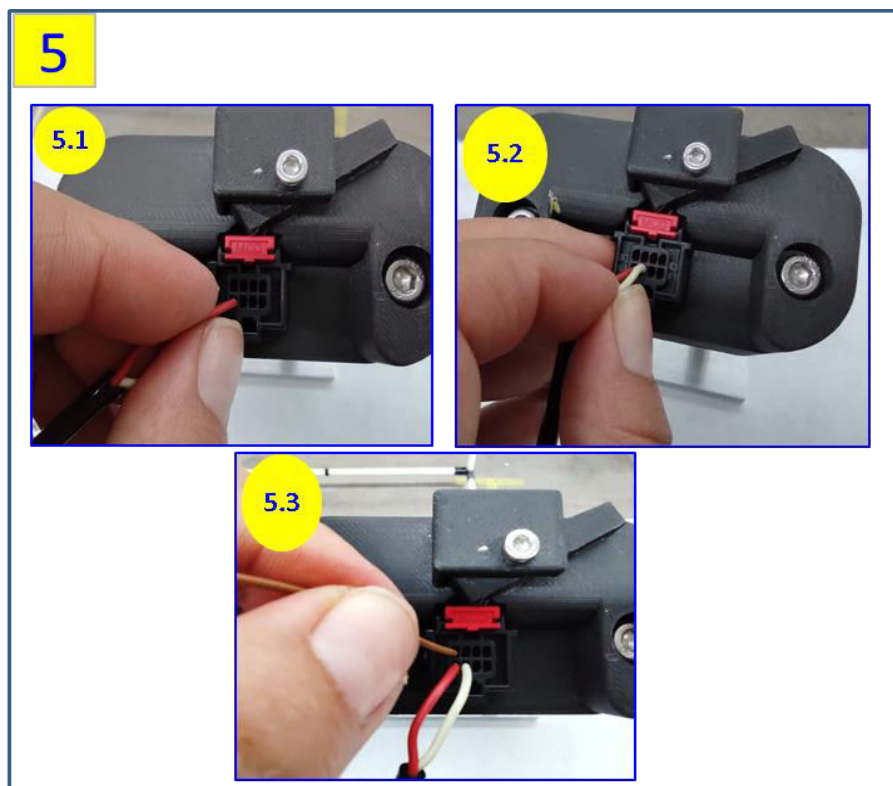
3) Toma el Blindado Leoni 110 ensambla circuito WSS+ SUPPLY color rojo en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 10 (Fig. 3.1). Toma las puntas Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS- SIGNAL** color Blanco en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 11 (Fig. 3.2). Toma el Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B-** color naranja (CIRCUITO MARCADO) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 14 (Fig. 3.3).

Ilustración 56 Actividad 3 de preensamble 2 arnés trasero



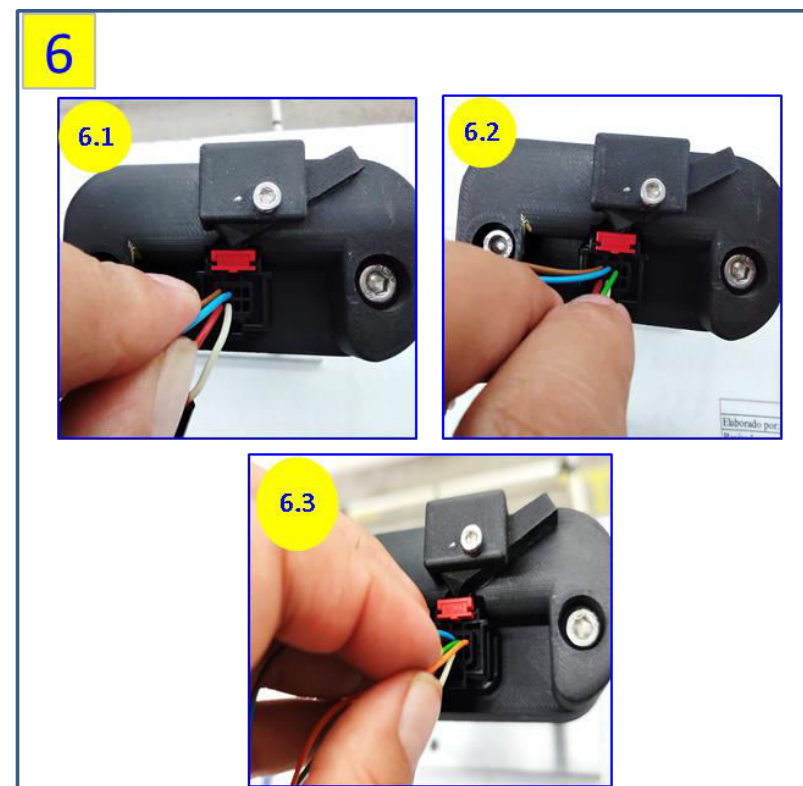
4) Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B+** color Verde (CIRCUITO MARCADO) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 15 (Fig. 4.1). Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A+** color Azul (CIRCUITO MARCADO) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 6 (Fig. 4.2). Toma las puntas del Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A-** color Café (CIRCUITO MARCADO) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 7 (Fig. 4.3).

Ilustración 57 Actividad 4 de preensamble 2 arnés trasero



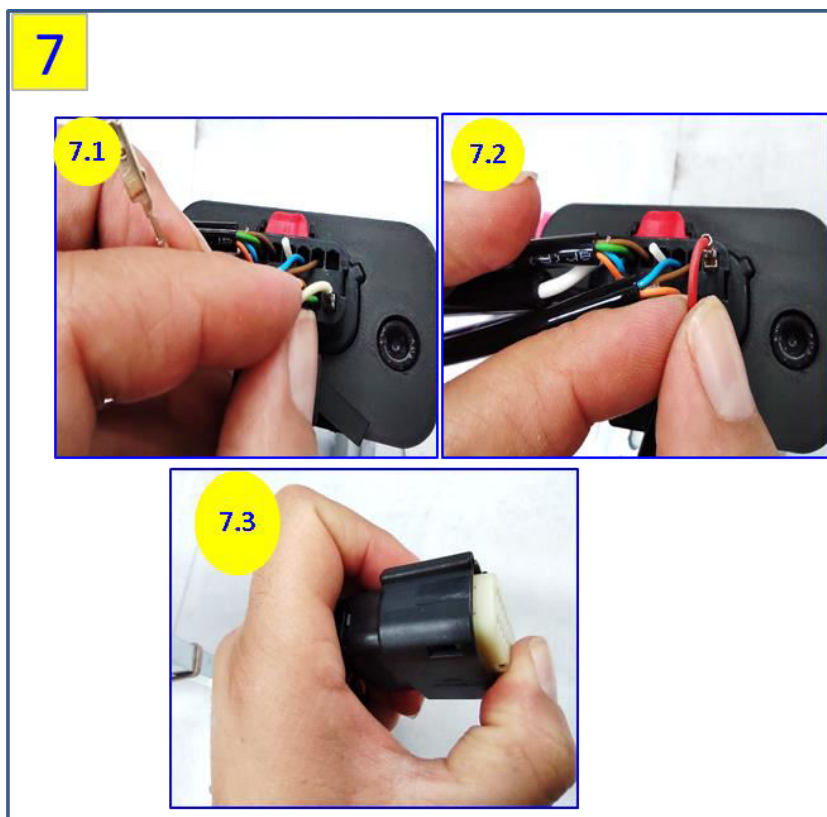
5) Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS+ SUPPLY** color rojo en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 5 (Fig. 5.1). Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS- SIGNAL** color Blanco en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 6 (Fig. 5.2). Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A-** color Café (CIRCUITO MARCADO) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 1 (Fig. 5.3).

Ilustración 58 Actividad 5 de preensamble 2 arnés trasero



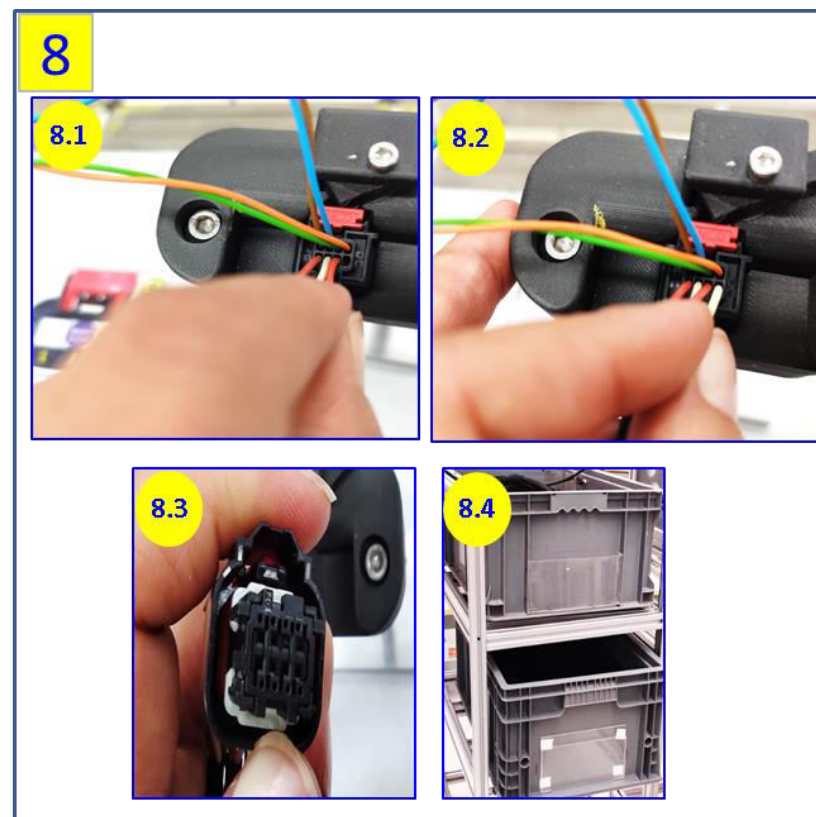
6) Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A+** color Azul (CIRCUITO MARCADO) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 2 (Fig. 6.1). Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B+** color Verde (CIRCUITO MARCADO) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 3 (Fig. 6.2). Toma el Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B-** color naranja (CIRCUITO MARCADO) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 4 (Fig. 6.3).

Ilustración 59 Actividad 6 de preensamble 2 arnés trasero



7) Toma las puntas Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS2- SIGNAL** color Blanco (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 16 (Fig. 7.1). Toma el Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS2+ SUPPLY** color rojo (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 8 (Fig. 7.2). Cierra candado del conector **CHASSIS HARNESS BODY**

Ilustración 60 Actividad 7 de preensamble 2 arnés trasero



8) Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS2+ SUPPLY** color rojo (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 7 (Fig. 7.1). Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS2- SIGNAL** color Blanco (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 8 (Fig. 7.2). Cierra candado del conector secundario **WSS+ACCELEROMETER** (Fig. 7.3). Para finalizar coloca la bobina de circuitos en caja gris, para la siguiente estación (Fig. 7.4).

Ilustración 61 Actividad 8 de preensamble 2 arnés trasero

Ensamble:

La estación de ensamble está dividida en 3 secciones de trabajo que son las siguientes:

- Actividad 1 (Ruteo): el primer paso dentro de esta estación es la colocación del conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR* dentro de la fixtura 1, después se coloca el *DAMPER CONNECTOR* 1 y 2 dentro de la fixtura 3 y 4, asimismo se tiene que colocar dentro de la fixtura 5 el *WSS+ ACCELEROMETER CONNECTOR* y para concluir se coloca el *EPB CONNECTOR* en la fixtura 2.
- Actividad 2 (Encinte): se coloca las diferentes capuchas de los conectores y los diferentes tubos para proteger los circuitos, además de colocar la malla protectora de los cables hasta donde especifico el cliente y colocar encinte dentro de los límites que especifico de igual manera el cliente.
- Actividad 3 (Clips): se fijan los clips dentro de las ubicaciones seleccionadas por el cliente y su posterior corte de corbatas.

En las siguientes ilustraciones se muestran las secciones de la estación de ensamble del arnés trasero y los pasos que se deben de seguir en orden.

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma la bobina blindados de las cajas grises.	NA
2	Coloca el conector principal dentro de la fixtura 1 (237585).	NA
3	Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 3 (235444) y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.	NA
4	Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 4 (235445) y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.	NA
5	Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 5 (235446) y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.	NA
6	Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 2 (235456) y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.	NA

Diagrama de la estación de ruteo

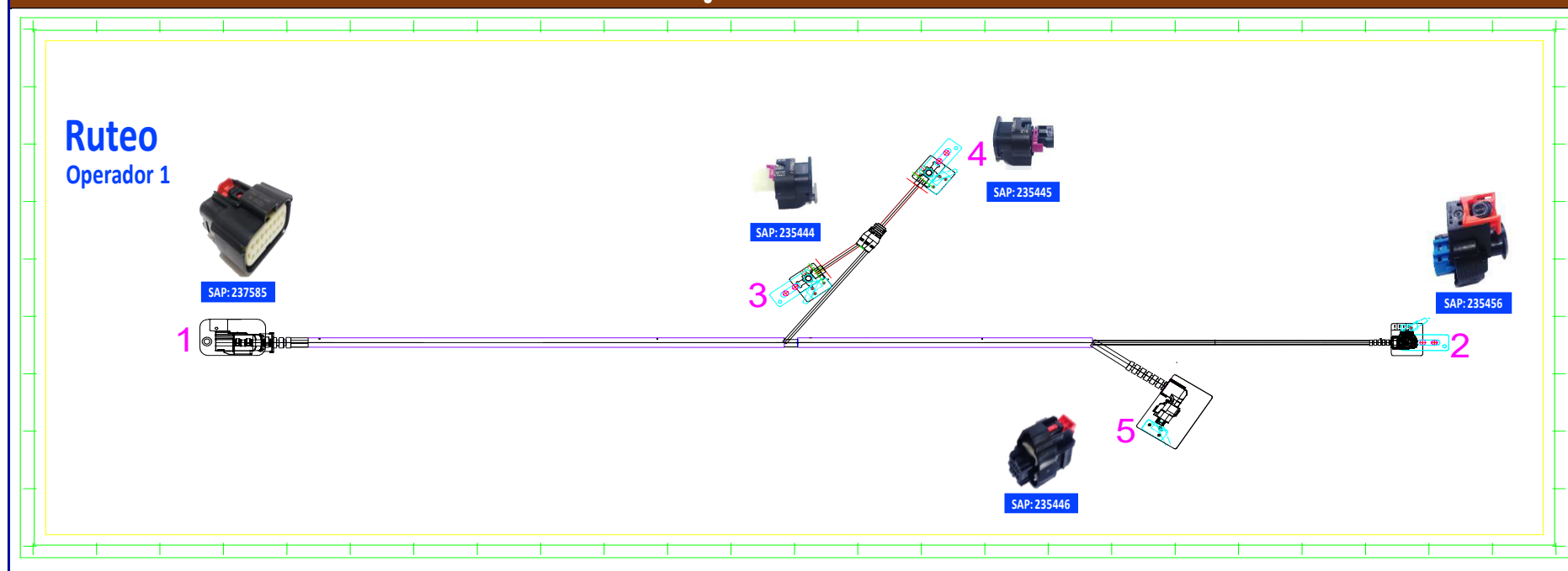


Ilustración 62 Actividad 1 de ensamble del arnés trasero

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma capucha 237390 y COT-BK Ø15 32 mm y coloca a 20 mm del inicio de capucha a la izquierda del banderilla B1 , realiza cierre de capucha, al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK .	3
2	Toma capucha 237533 con COT-BK Ø10 55 mm y coloca a 50 mm del inicio de capucha a la derecha del banderilla B4 , realiza cierre de capucha (Cuidando orientación CPA "Vista D"), al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK .	3
3	Toma capucha 235458 con COT-BK Ø7 30 mm y coloca a 25 mm del inicio de capucha a la derecha del banderilla B5 , realiza cierre de capucha (Cuidando orientación conector "Vista F"), al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK .	3
4	Toma MANGA Ø16 552 mm y realiza fijación a la derecha del punto H (horquilla).	3
5	Coloca el resto de la manga Ø16 552 mm del punto H hasta la banderilla B2 y con cinta VT-BK coloca Spot Tape a la izquierda de la banderilla B2 sobre la MANGA Ø16 552 mm .	3
6	Toma MANGA Ø16 345 mm , coloca en el indicador B3 y realiza fijación con cinta VT-BK con respecto a la banderilla B3 .	3
7	Coloca el resto de la MANGA Ø16 345 mm del indicador B3 al J2 y al finalizar coloca Spot Tape con cinta VT-BK con respecto a J2 .	3
8	Realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK al centro de las fixturas C10 y C11 respectivamente.	6

Diagrama de la estación de encinte

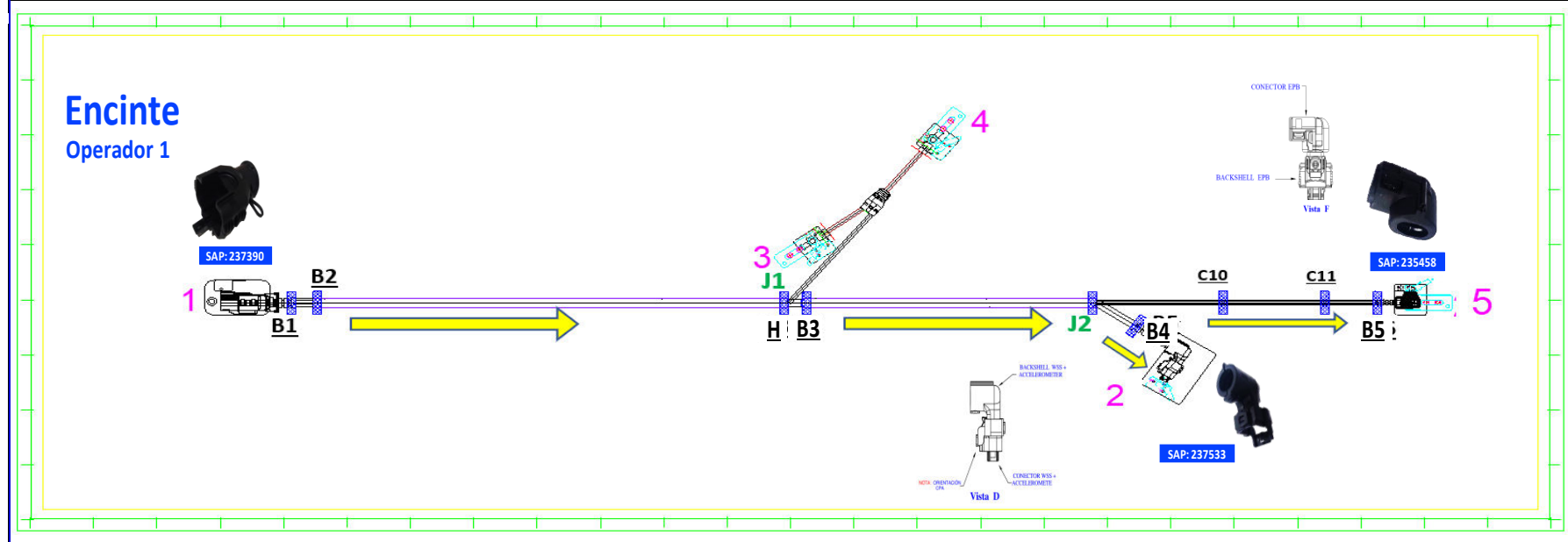


Ilustración 63 Actividad 2 de ensamblaje del arnés trasero

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma clips (cintillos) 235449 y colócalos en el siguiente orden C1, C4, C6, C8 .	NA
2	Toma clips 223169 y colócalos en el siguiente orden C10, C11 .	NA
3	Toma clips 215167 y colócalos en el siguiente orden C9, C7, C5 .	NA
4	Toma clips 235457 y colócalos en el siguiente orden C3, C2 .	NA
5	Ver instrucción CEL_K_WI_3340_029_ES Corte de corbatas de clips.	NA
6	Realiza corte de corbatas de clip que indica la ayuda visual siguiendo la secuencia siguiente 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	NA
7	Retira el arnés del tablero de construcción y coloca en la caja gris para pasar por prueba eléctrica.	NA

Diagrama de la estación de clips

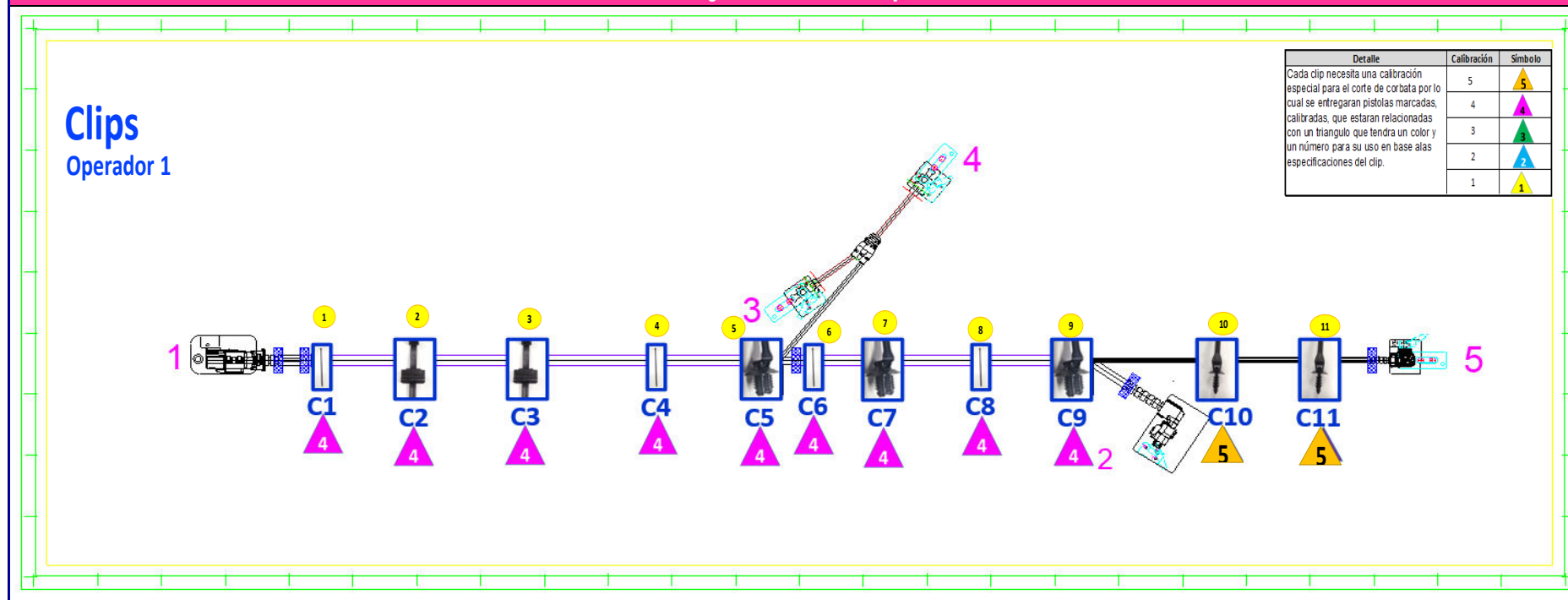


Ilustración 64 Actividad 3 de ensamble del arnés trasero

Prueba eléctrica:

No cuenta con una hoja de paso a paso para que ayude al operador a trabajar de la mejor forma posible. Solamente cuenta con información de protocolo en los documentos confidenciales de la empresa y cuenta con ayudas visuales para reconocer que conectores van en cada módulo y como se deben de Introducir, asimismo tiene una ayuda visual de condiciones *OK* y condiciones *NO OK*, esto para cumplir con el estándar de calidad requerido por el cliente.

Inspección:

La estación de inspección no se puede modificar por política de la empresa y para no afectar el estándar del sistema de gestión de calidad.

2.- Arnés Frontal:

Preensamble 1:

- En preensamble 1 se divide de igual manera por secciones y estas son las siguientes:
- Actividad 1: se introduce el conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR* y los *DAMPER CONNECTOR* 1 y 2 dentro de las fixturas correspondientes.
- Actividad 2: se introducen los circuitos color naranja y azul dentro del conector principal en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 3: se introducen los circuitos color verde y café dentro del conector principal en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 4 y 5: se coloca los circuitos correspondientes a cada *DAMPER CONNECTOR* y su posterior cierre de candado.
- Actividad 6: se coloca la bobina en la caja gris para su posterior estación.

En las siguientes ilustraciones se muestra las secciones del preensamble 1 del arnés frontal:



Ilustración 65 Actividad 1 de preensamble 1 arnés frontal

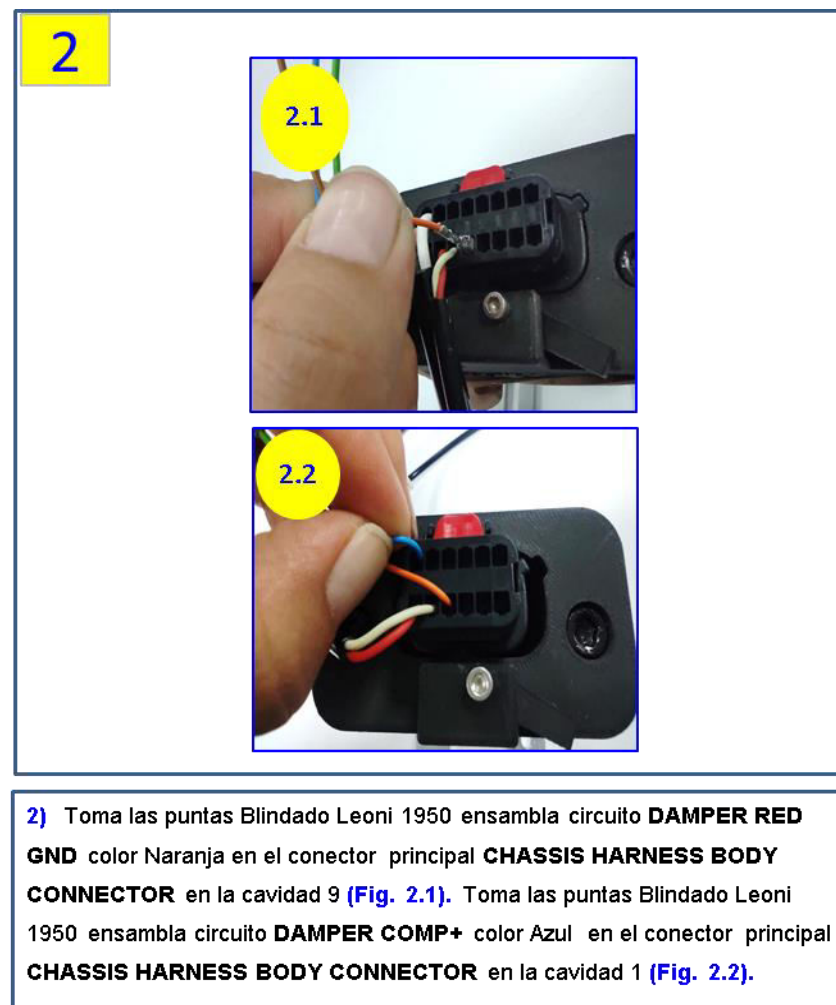
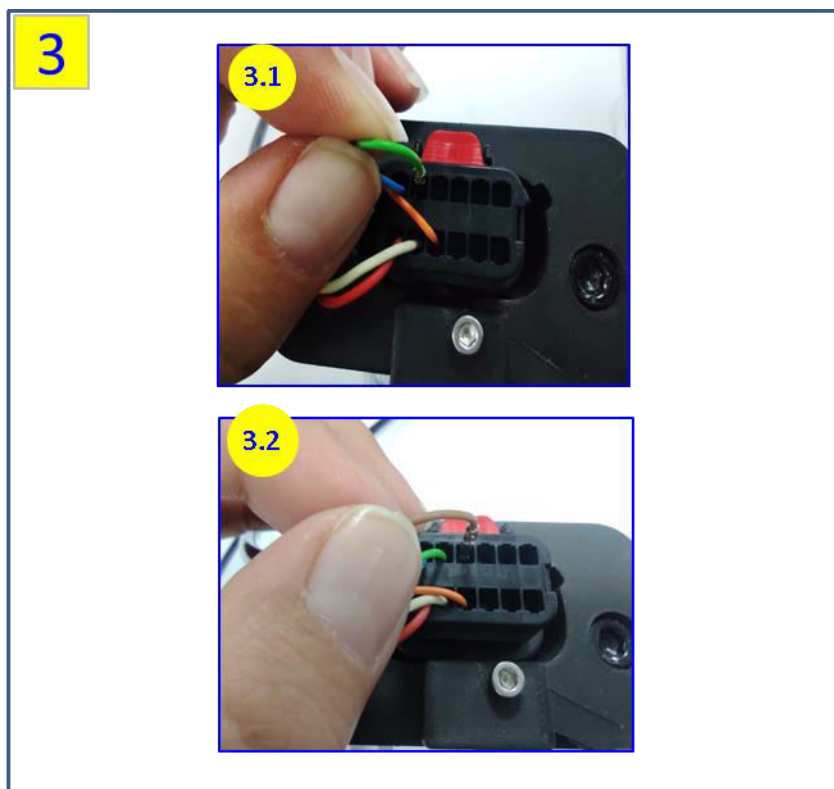
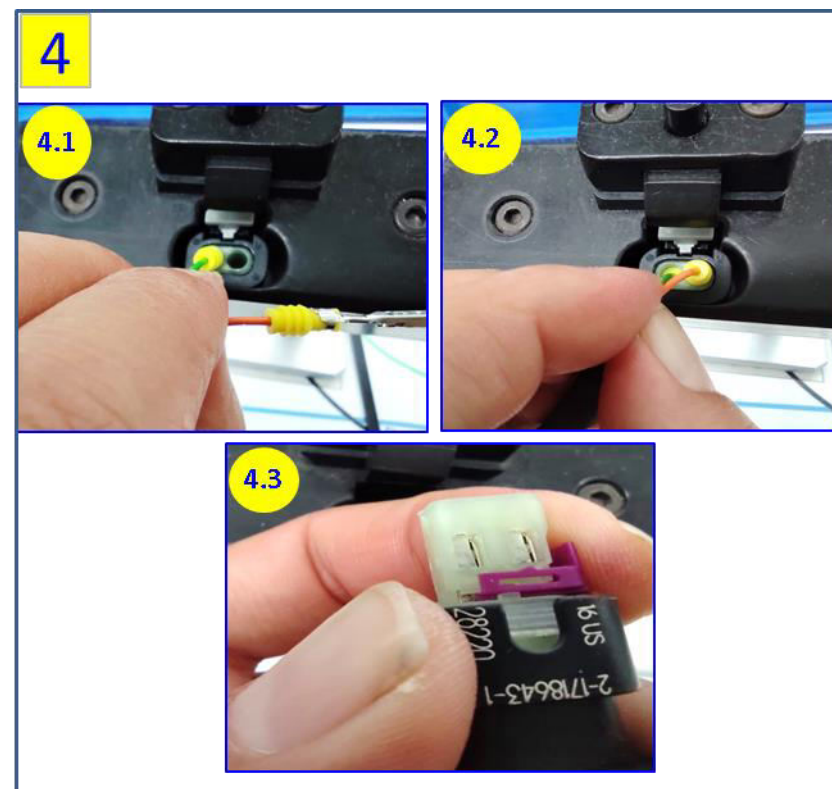


Ilustración 66 Actividad 2 de preensamble 1 arnés frontal



3) Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB+** color Verde en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 2 (**Fig. 3.1**). Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER COMP GND** color Café en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 3 (**Fig. 3.2**).

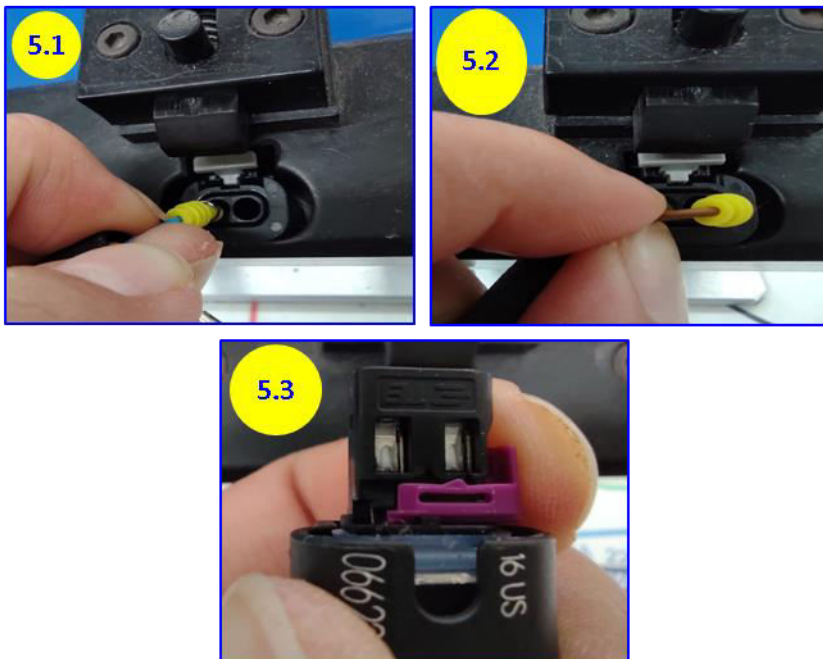
Ilustración 67 Actividad 3 de preensamble 1 arnés frontal



4) Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB+** color Verde en el conector secundario **DAMPER CONNECTOR 1** en la cavidad 1 (**Fig. 4.1**). Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB GND** color naranja en el conector secundario **DAMPER CONNECTOR 1** en la cavidad 2 (**Fig. 4.2**). Cierra candado del conector

Ilustración 68 Actividad 4 de preensamble 1 arnés frontal

5



5) Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER COMP+** color Azul en el conector secundario **DAMPER CONNECTOR 2** en la cavidad 1 (Fig. 5.1). Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER COMP GND** color Café en el conector secundario **DAMPER CONNECTOR 2** en la cavidad 2 (Fig. 5.2) Cierra candado del conector **DAMPER CONNECTOR 2** (Fig. 5.3).

Ilustración 69 Actividad 5 de preensamble 1 arnés frontal

6



6) Para finalizar coloca la bobina de circuitos en caja gris, para la siguiente estación (Fig. 6.1).

Ilustración 70 Actividad 6 de preensamble 1 arnés frontal

Moldeo:

No cuenta con ayudas visuales o una hoja de paso a paso para que ayude al operador a trabajar de la mejor forma posible. Solamente cuenta con información de protocolo en los documentos confidenciales de la empresa y cuenta con una ayuda visual de condiciones *OK* y condiciones *NO OK*, esto para cumplir con el estándar de calidad requerido por el cliente.

Es importante mencionar que por políticas de la empresa no se pueden hacer cambios en la estación de moldeo, por lo tanto, no se pueden elaborar instrucciones de trabajo.

Preensamble 2:

- Actividad 1: se coloca el conector principal *CHASSIS HARNES BODU CONNECTOR* y el conector secundario *WSS+ ACCELEROMETER CONNECTOR* en su fixtura correspondiente, además de ensamblar el circuito rojo en su cavidad correspondiente.
- Actividad 2: se ensambla el circuito blanco dentro de su cavidad correspondiente y después se conectan los circuitos rojo y blanco dentro del conector secundario en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 3: se ensambla el circuito color naranja y color verde dentro del conector principal en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 4: se ensambla el circuito color azul y café dentro del conector principal en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 5: se ensambla el circuito color café, azul y verde dentro del conector secundario en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 6: se ensambla el circuito color naranja en el conector secundario en su cavidad correspondiente y además se ensambla el circuito color blanco y rojo dentro del conector principal en sus cavidades correspondientes
- Actividad 7: Se cierra el candado del conector principal y así mismo se coloca el circuito rojo y blanco dentro del conector secundario en su cavidad correspondiente.

- Actividad 8: Se cierra candado del conector secundario y se coloca en la caja gris para su posterior estación.

En las siguientes ilustraciones se muestra las secciones del preensamble 2 del arnés frontal:



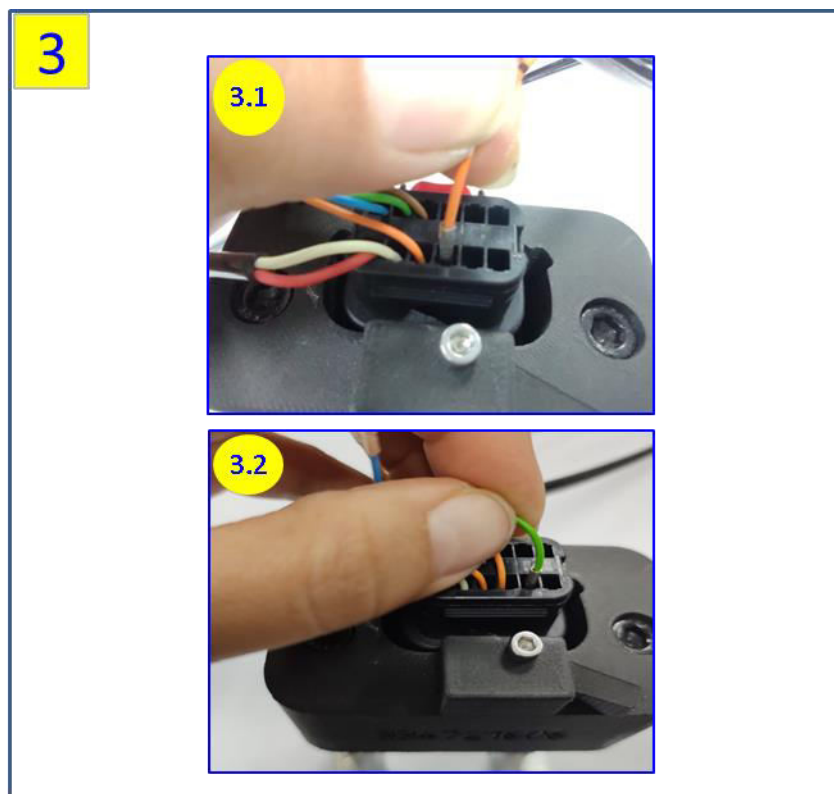
1) Toma conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca dentro de fixtura (Fig. 1.1). Toma conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca dentro de fixtura (Fig. 1.2). Toma el Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS+ SUPPLY** color rojo en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 7 (Fig. 1.3).

Ilustración 71 Actividad 1 de preensamble 2 arnés frontal



2) Toma las puntas Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS- SIGNAL** color Blanco en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 8 (Fig. 2.1). Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS+ SUPPLY** color rojo en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 5 (Fig. 2.2). Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS- SIGNAL** color Blanco en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 6 (Fig. 2.3).

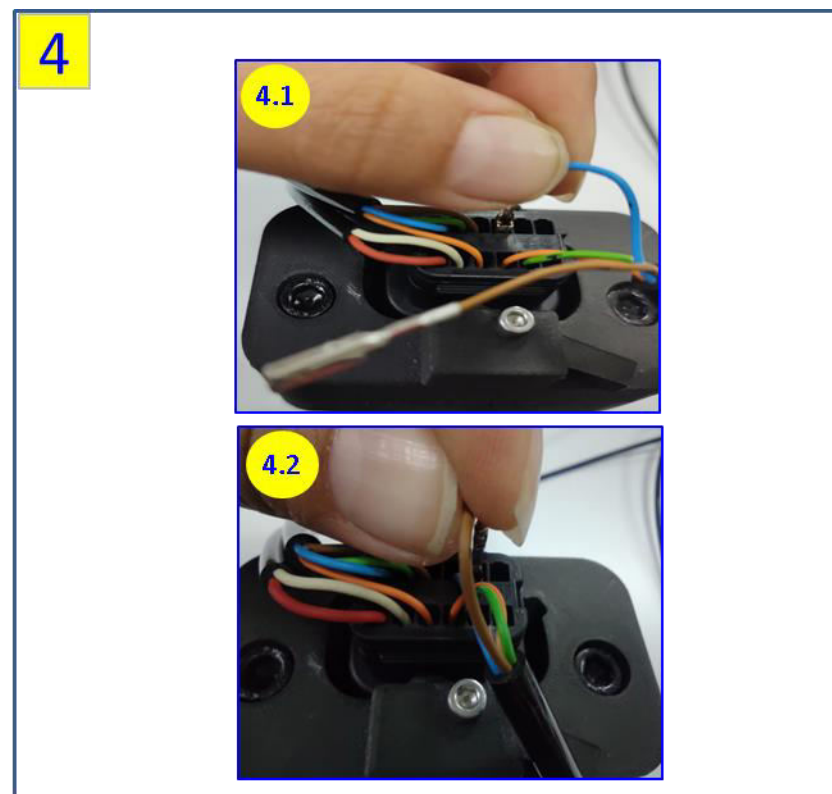
Ilustración 72 Actividad 2 de preensamble 2 arnés frontal



3) Toma el Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B-** color naranja (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 10 (**Fig. 3.1**).

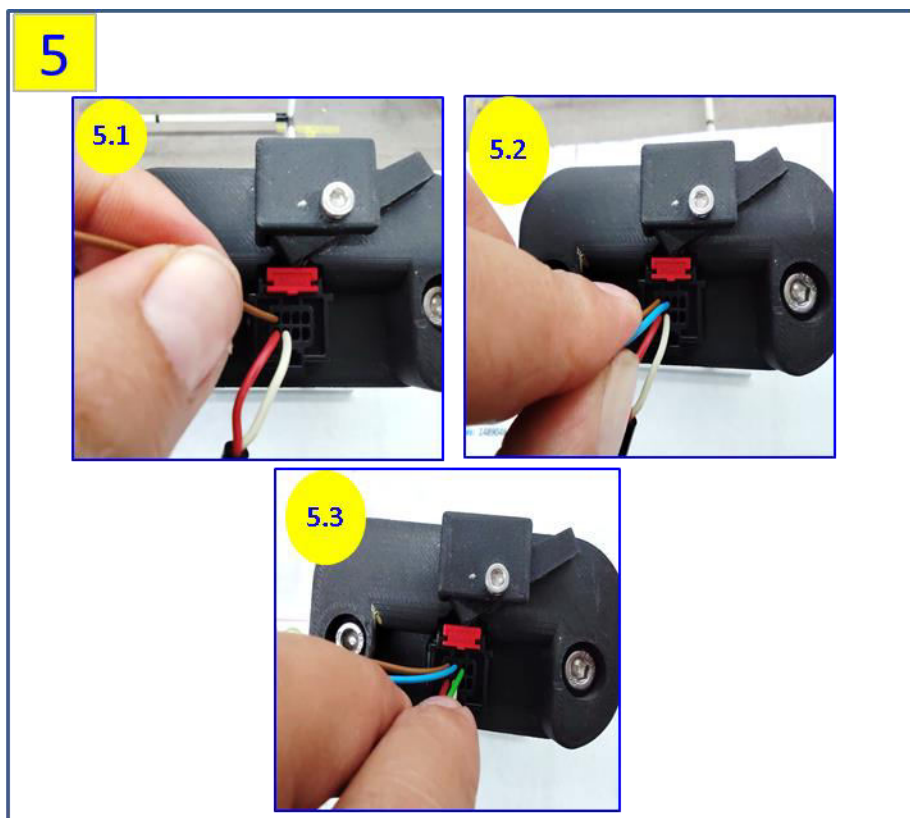
Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B+** color Verde (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 11 (**Fig. 3.2**).

Ilustración 73 Actividad 3 de preensamble 2 arnés frontal



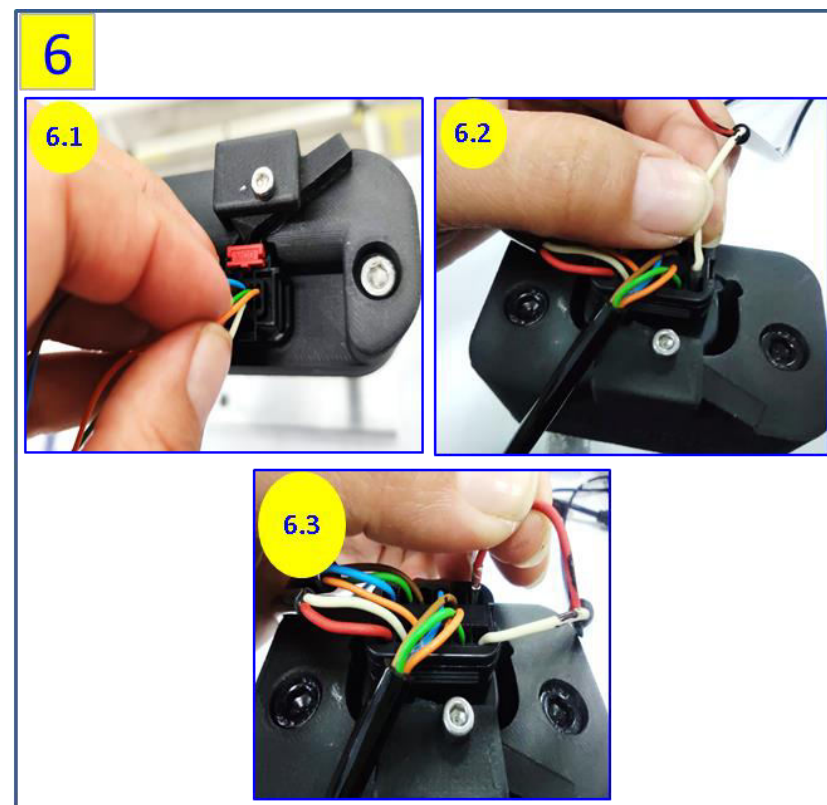
4) Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A+** color Azul (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 4 (**Fig. 4.1**). Toma las puntas del Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A-** color Café (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 5 (**Fig. 4.2**).

Ilustración 74 Actividad 4 de preensamble 2 arnés frontal



5) Toma las puntas secundarias Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A-** color Café (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 1 (Fig. 5.1). Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A+** color Azul (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 2 (Fig. 5.2). Toma las puntas Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B+** color Verde (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 3 (Fig. 5.3)

Ilustración 75 Actividad 5 de preensamble 2 arnés frontal



6) Toma el Blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B-** color naranja (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 4 (Fig. 6.1). Toma las puntas Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS2- SIGNAL** color Blanco (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 12 (Fig. 6.2). Toma el Blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS2+ SUPPLY** color rojo (**CIRCUITO MARCADO**) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 6 (Fig. 6.3).

Ilustración 76 Actividad 6 de preensamble 2 arnés frontal



Ilustración 77 Actividad 7 de preensamble 2 arnés frontal



Ilustración 78 Actividad 8 de preensamble 2 arnés frontal

Ensamble

La estación de ensamble está dividida en 3 secciones de trabajo que son las siguientes:

- Actividad 1 (Ruteo): Se coloca el conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR* dentro de la fixtura 1, el conector secundario *WSS+ ACCELEROMETER CONNECTOR* y se coloca dentro de la fixtura 2 y por último se colocan los *DAMPER CONNECTOR* 1 y 2 dentro de la fixtura 3 y 4.
- Actividad 2 (Encinte): se coloca las diferentes capuchas de los conectores y los diferentes tubos para proteger los circuitos, además de colocar la malla protectora de los cables hasta donde especifico el cliente y colocar encinte dentro de los límites que especifico de igual manera el cliente.
- Actividad 3 (Clips): se fijan los clips dentro de las ubicaciones seleccionadas por el cliente y su posterior corte de corbatas.

En las siguientes ilustraciones se muestran las secciones de la estación de ensamble del arnés frontal y la secuencia que se debe de seguir en orden.

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma la bobina blindados de las cajas grises.	NA
2	Coloca el conector principal dentro de la fixtura 1 (235441).	NA
3	Rutea los circuitos y coloca el conector 235446 dentro de la fixtura 2.	NA
4	Rutea los circuitos y coloca el conector 235444 dentro de la fixtura 3.	NA
5	Rutea los circuitos y coloca el conector 235445 dentro de la fixtura 4.	NA

Diagrama de la estación de ruteo

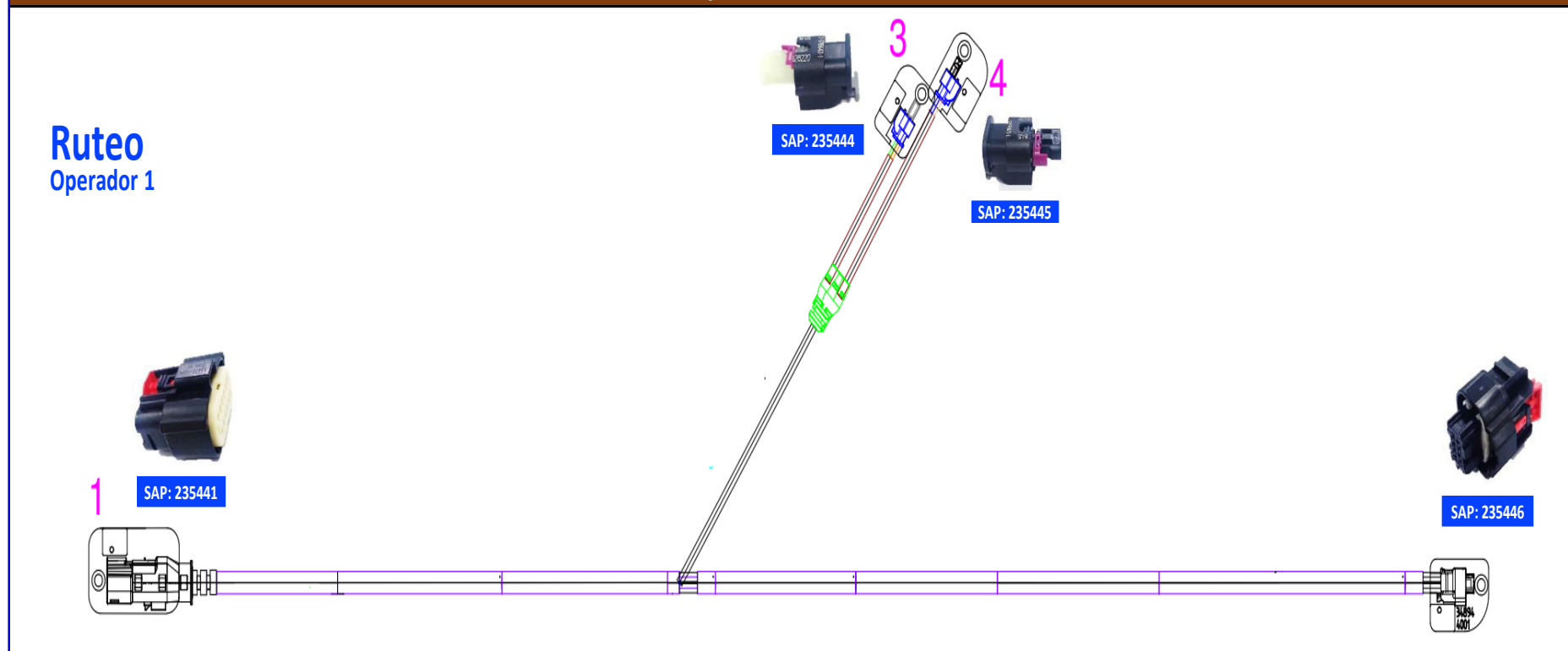


Ilustración 79 Actividad 1 de ensamble del arnés frontal

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma la MANGA Ø13 412 mm , colócala en el indicador H (horquilla) y fija la manga con cinta VT-BK .	2
2	Coloca el resto de la manga Ø13 412 mm hasta el indicador B1 y realiza colocación de Spot Tape sobre la manga Ø13 412 mm con cinta VT-BK . Sin cortar la cinta, coloca Tubo COT Ø13 30 mm y vuelve a colocar un Spot Tape sobre el Tubo COT y corta la cinta.	2
3	Toma la capucha 237389 del conector principal, colócala sobre el conector principal y cierra la capucha.	4
4	Toma la MANGA Ø13 612 mm y colócala en el indicador B2 ; realiza fijación con cinta VT-BK respecto a la banderilla B2 .	4
5	Coloca el resto de la manga Ø13 612 mm hasta la banderilla B3 y realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK a la izquierda de la banderilla B3 sobre la MANGA Ø13 612 mm .	2

Diagrama de la estación de encinte

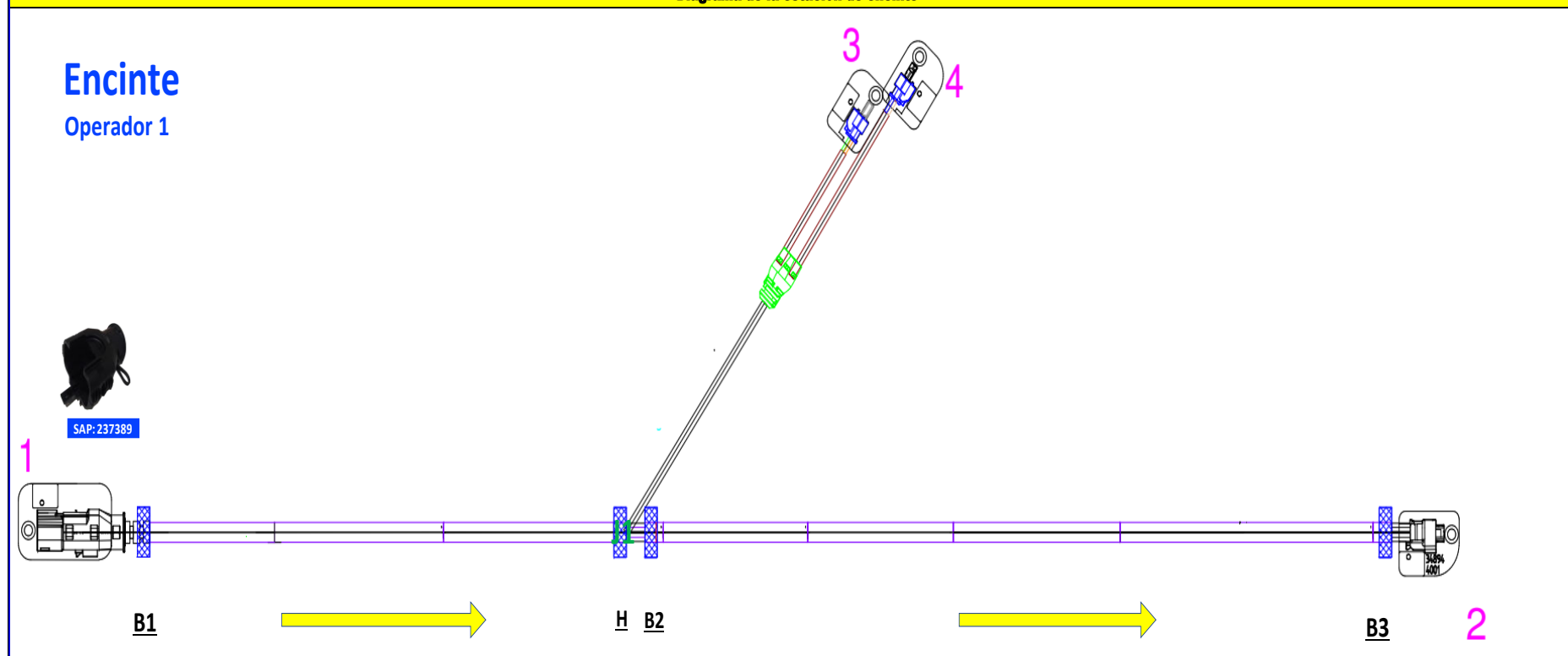
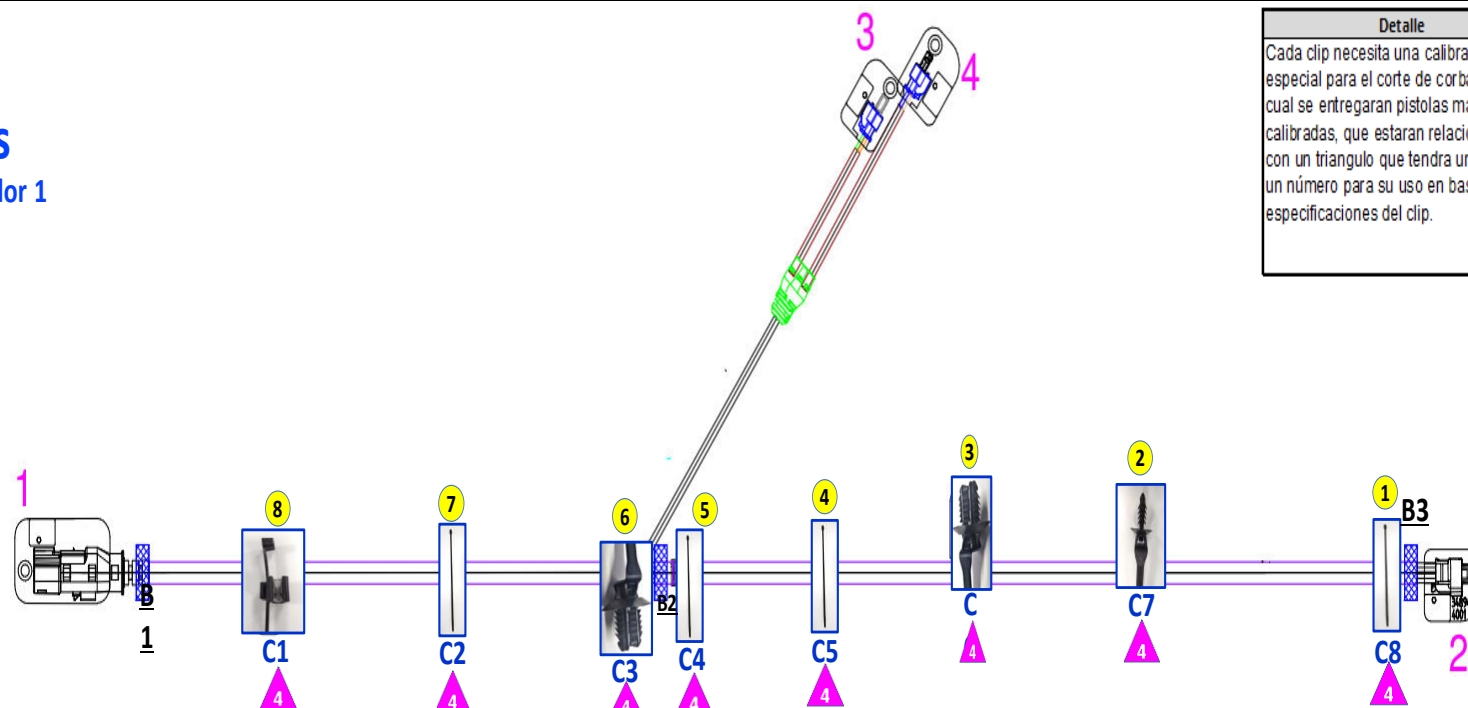


Ilustración 80 Actividad 2 de ensamble del arnés frontal

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma clips (cintillos) 235449 y colócalos en el siguiente orden: C8, C5, C4, C2.	NA
2	Toma el clip 223169 y colócalo en C7.	NA
3	Toma clips 215167 y colócalos en C3 y C6.	NA
4	Toma el clip 235447 y colócalo en C1.	NA
5	Con la pistola calibrada en 4, realiza el corte de corbata de los clips C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8 siguiendo la secuencia de menor a mayor marcado por: 1 2 3 4 5 6 7 8	NA
6	Retira el arnés del tablero de construcción y coloca en la caja gris para pasar por prueba eléctrica.	NA

Diagrama de la estación de clips

Clips Operador 1



Detalle	Calibración	Símbolo
Cada clip necesita una calibración especial para el corte de corbata por lo cual se entregarán pistolas marcadas, calibradas, que estarán relacionadas con un triángulo que tendrá un color y un número para su uso en base alas especificaciones del clip.	5	5
	4	4
	3	3
	2	2
	1	1

Ilustración 81 Actividad 3 de ensamble del arnés frontal

Prueba eléctrica:

No cuenta con una hoja de paso a paso para que ayude al operador a trabajar de la mejor forma posible. Solamente cuenta con información de protocolo en los documentos confidenciales de la empresa y cuenta con ayudas visuales para reconocer que conectores van en cada módulo y como se deben de Introducir, asimismo tiene una ayuda visual de condiciones *OK* y condiciones *NO OK*, esto para cumplir con el estándar de calidad requerido por el cliente.

Inspección:

La estación de inspección no se puede modificar por política de la empresa y para no afectar el estándar del sistema de gestión de calidad.

Después de haber mostrado la actualizad de la empresa se muestran los cambios que se realizaron el proceso para poder optimizar el tiempo de producción y eliminar tiempos muertos identificados.

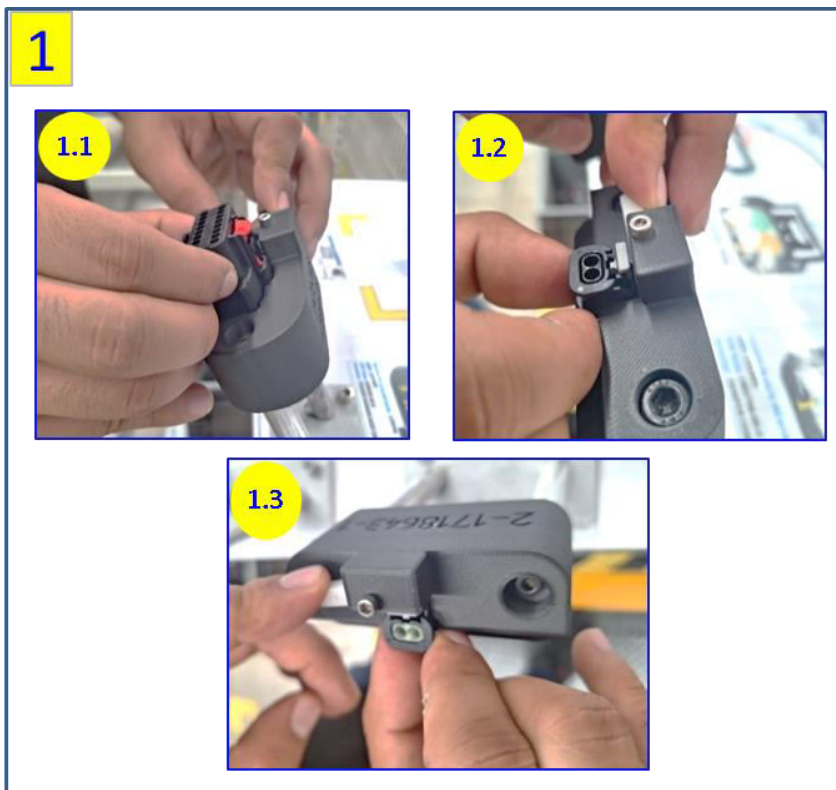
1.- Arnés trasero:

Preensamble 1

- Actividad 1: la Actividad 1 queda igual que anteriormente, la única diferencia es la actualización de imágenes de ayuda.
- Actividad 2: la Actividad 2 queda igual que anteriormente, la única diferencia es la actualización de imágenes de ayuda.
- Actividad 3: la Actividad 3 queda igual que anteriormente, la única diferencia es la actualización de imágenes de ayuda.
- Actividad 4: Se rebalanceo el proceso para el ensamble de los *PLUGS* dentro del conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*, cambio de Actividad en lugar de ser la Actividad 6 paso a ser la Actividad 4.
- Actividad 5: Se rebalanceo el proceso para introducir los circuitos dentro del *DAMPER CONNECTOR 1*, pero con la diferencia de no cerrar el candado.

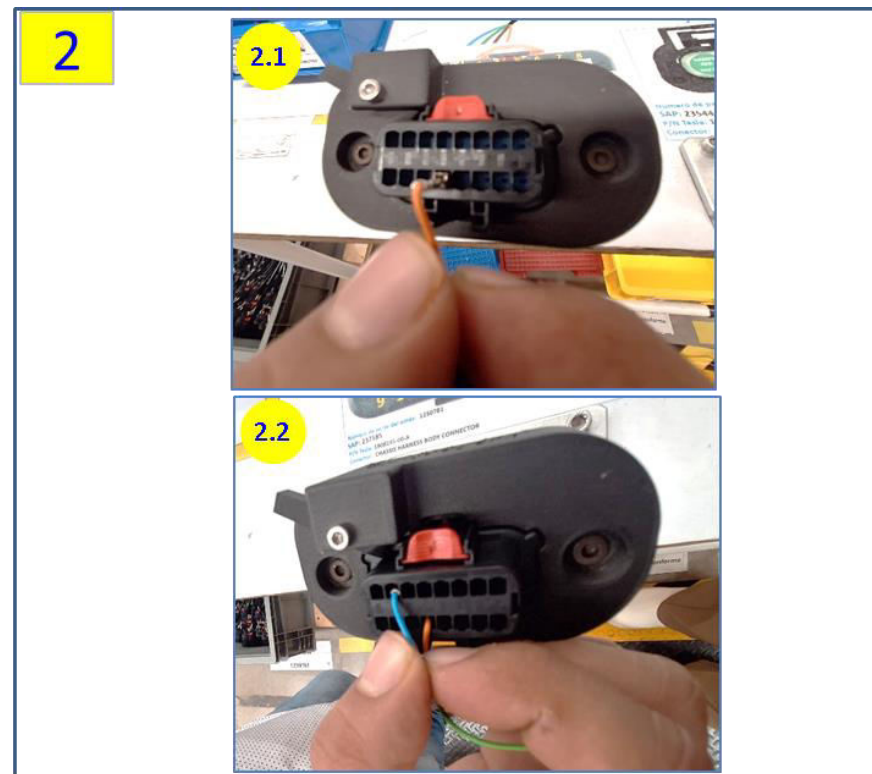
- Actividad 6: Se rebalanceo el proceso para introducir los circuitos dentro del *DAMPER CONNECTOR 2*, pero con la diferencia de no cerrar el candado.
- Actividad 7: Se cierra candado de los *DAMPER CONNECTOR 1 Y 2*.
- Actividad 8: Se coloca la bobina en la caja gris para su siguiente estación.

En las siguientes imágenes se muestra el nuevo paso a paso del preensamble 1 del arnés trasero.



1) Toma conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.1). Toma conector secundario **DAMPERCONNECTOR 1** del contenedor de componentes y colócalo dentro de la fixtura (Fig. 1.2). Toma conector secundario **DAMPERCONNECTOR 2** del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.3).

Ilustración 82 Nueva actividad 1 de preensamble 1 arnés trasero



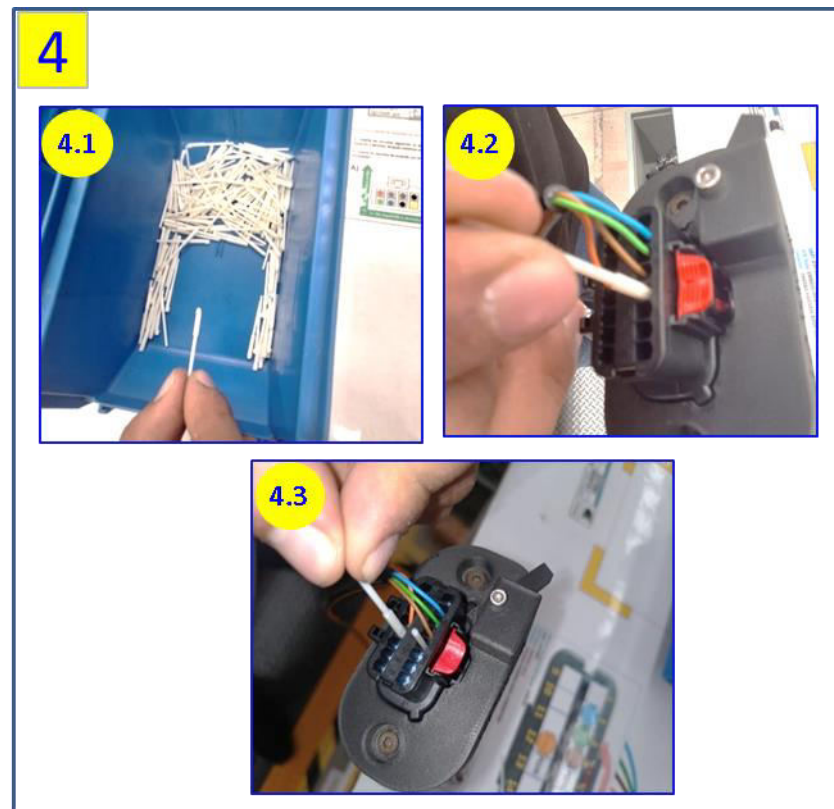
2) Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB GND** color naranja en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 12 (Fig. 2.1). Toma las puntas del blindado Leoni 190 ensambla circuito **DAMPER COMP+** color azul en el conector **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 2 (Fig. 2.2).

Ilustración 83 Nueva actividad 2 de preensamble 1 arnés trasero



3) Toma las puntas del blindado Leoni ensambla circuito **DAMPER REB+** color verde en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 3 (Fig. 3.1).
Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER COMP GND** color café en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONECTOR** en la cavidad 4 (Fig. 3.2).

Ilustración 84 Nueva actividad 3 de preensamble 1 arnés trasero



4) Toma componente **PLUG** del conector de componentes (Fig. 4.1). Coloca componente **PLUG** en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 5 (Fig. 4.2) y coloca componente **PLUG** en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONECTOR** en la cavidad 13 (Fig. 4.3).

Ilustración 85 Nueva actividad 4 de preensamble 1 arnés trasero



Ilustración 86 Nueva actividad 5 de preensamble 1 arnés trasero



Ilustración 87 Nueva actividad 6 de preensamble 1 arnés trasero

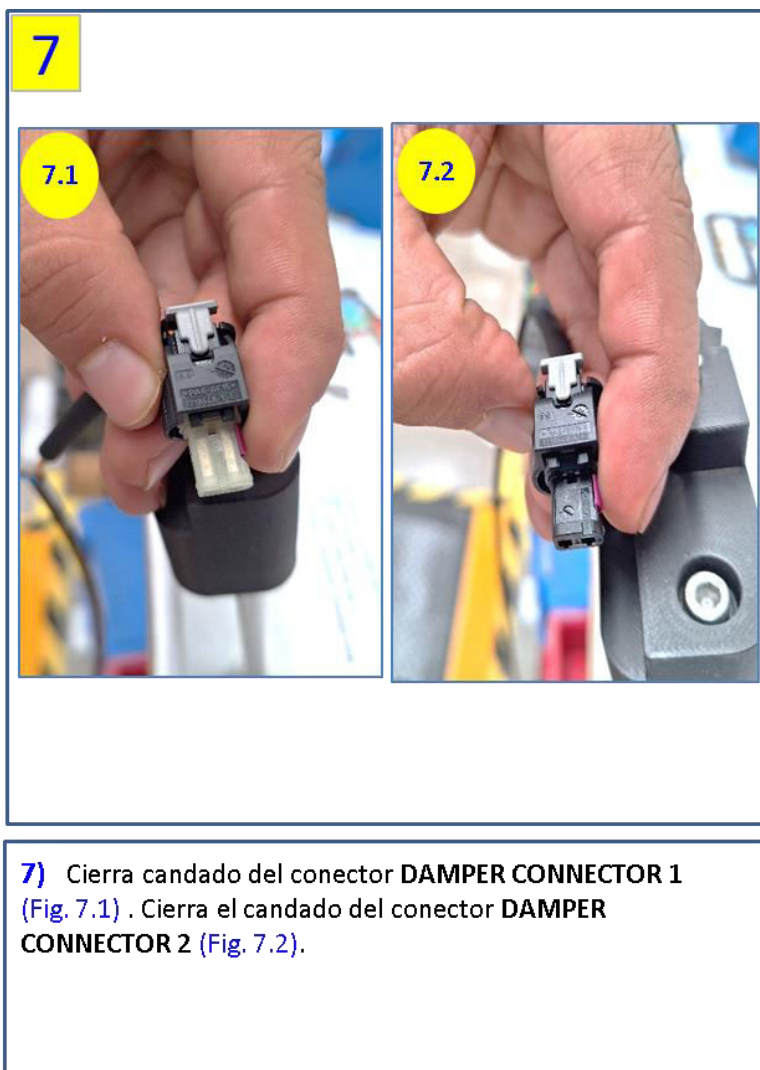


Ilustración 88 Nueva actividad 7 de preensamble 1 arnés trasero

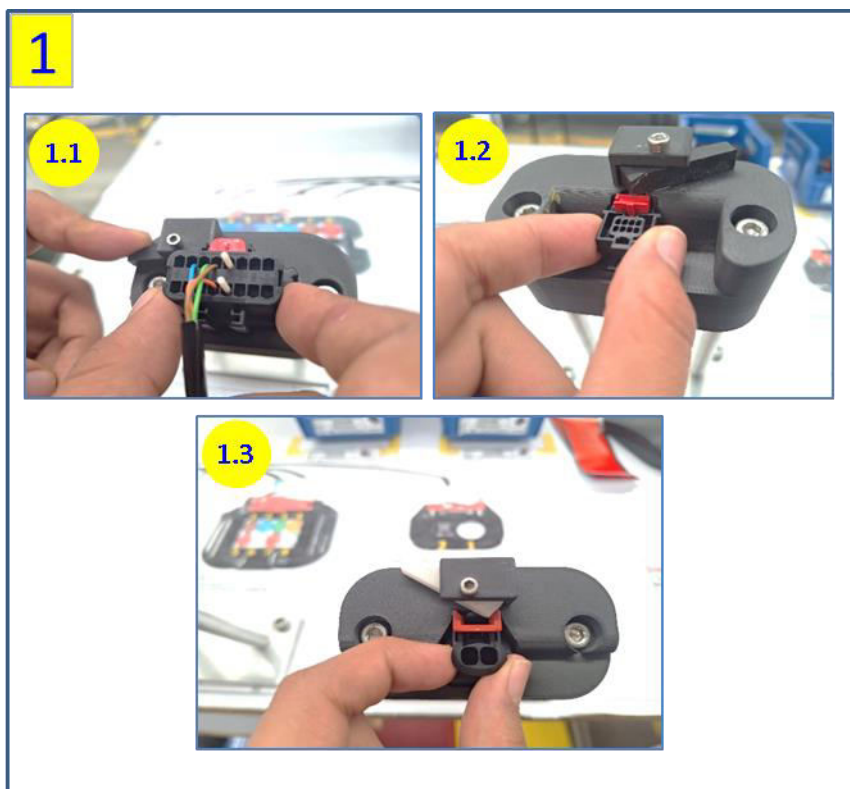


Ilustración 89 Nueva actividad 8 de preensamble 1 arnés trasero

Preensamble 2:

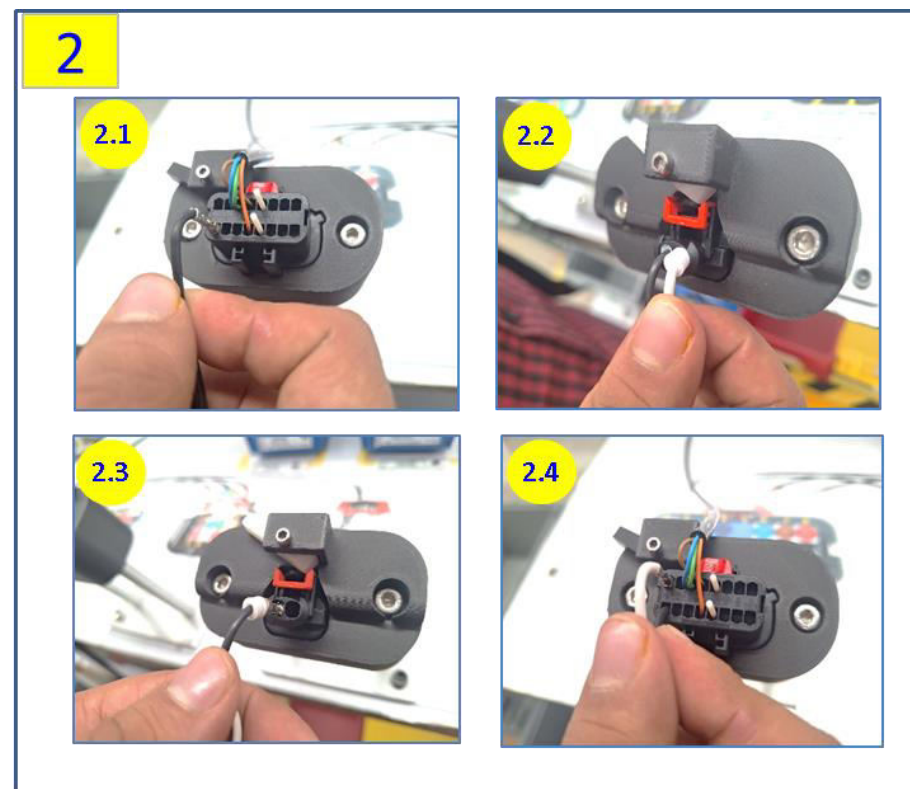
- Actividad 1: en la Actividad 1 se eliminó el ensamble del circuito color negro dentro del *EPB CONNECTOR* y paso únicamente la colocación de los conectores dentro de su fixtura correspondiente.
- Actividad 2: se rebalanceo la Actividad 2, ahora solamente se introducen los circuitos blanco y negro dentro del *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR* Y del *EPB CONNECTOR*.
- Actividad 3: se introducen los circuitos color rojo y blanco dentro del conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR* y estos mismos circuitos se colocan dentro del conector secundario *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR*.
- Actividad 4: se introducen los circuitos color naranja, verde y azul en ese orden en el conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*.
- Actividad 5: se introduce el circuito color café en el conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTRO*, además del circuito en color café y azul en ese orden dentro del conector secundario *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR*.
- Actividad 6: se introducen los circuitos color en verde y naranja ese orden en el conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*, además insertar los circuitos color rojo y blanco dentro del *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*.
- Actividad 7: se inserta los circuitos color rojo y blanco dentro del *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR*.
- Actividad 8: Se cierran los candados del *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*, *EPB CONNECTOR* Y del *ACCELEROMETER CONNECTOR* y se coloca dentro de la caja gris para su posterior estación.

En las siguientes imágenes se muestran el nuevo paso a paso del preensamble 2 del arnés trasero.



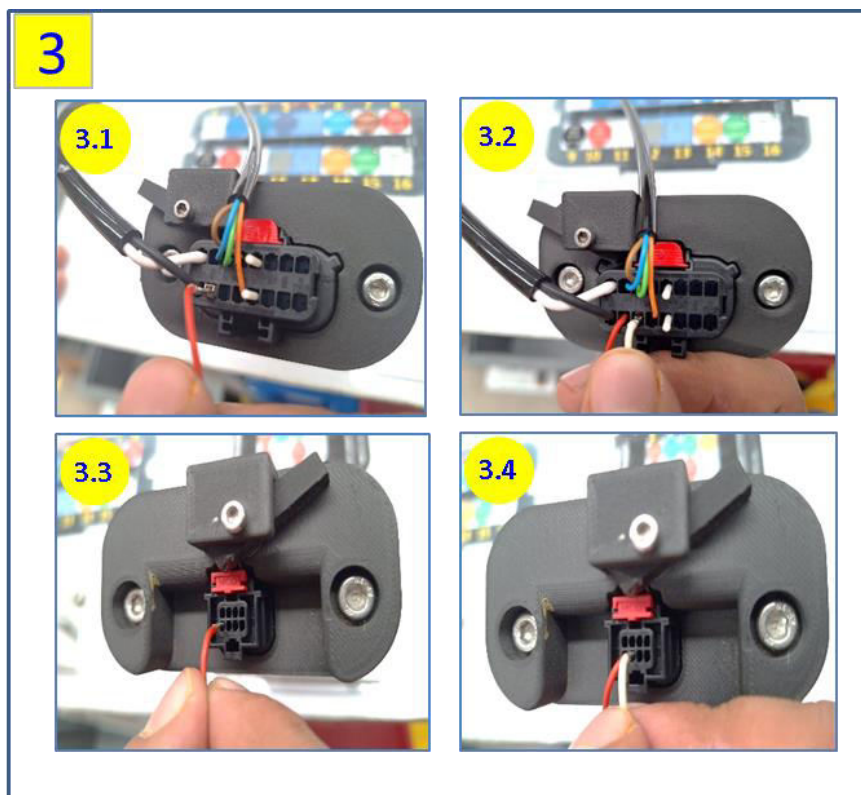
1) Toma conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.1). Toma conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.2). Toma conector secundario **EPB CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.3).

Ilustración 90 Nueva actividad 1 de preensamble 2 arnés trasero



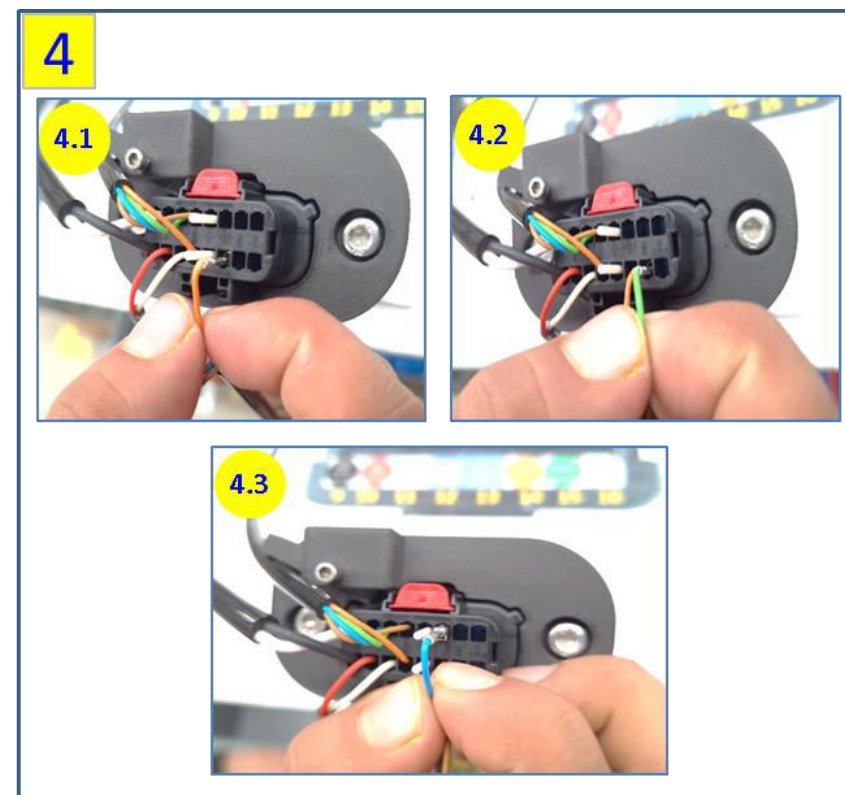
2) Toma el blindado Leoni 1273 ensamble circuito **PARKING BRAKE RELEASE** color negro, en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 9 (Fig. 2.1). Toma el blindado Leoni 1273 ensamble circuito **PARKING BRAKE APPLY** color blanco en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 1 (Fig. 2.2). Toma la punta secundaria del blindado Leoni 1273 ensamble circuito **PARKING BRAKE APPLY** color blanco en el conector secundario **EPB CONNECTOR** en la cavidad 1 (Fig. 2.3). Toma la punta secundaria del blindado Leoni 1273 ensamble circuito en **PARKING BRAKE RELEASE** color negro en el conector secundario **EPB CONNECTOR** en la cavidad 2 (Fig. 2.4).

Ilustración 91 Nueva actividad 2 de preensamble 2 arnés trasero



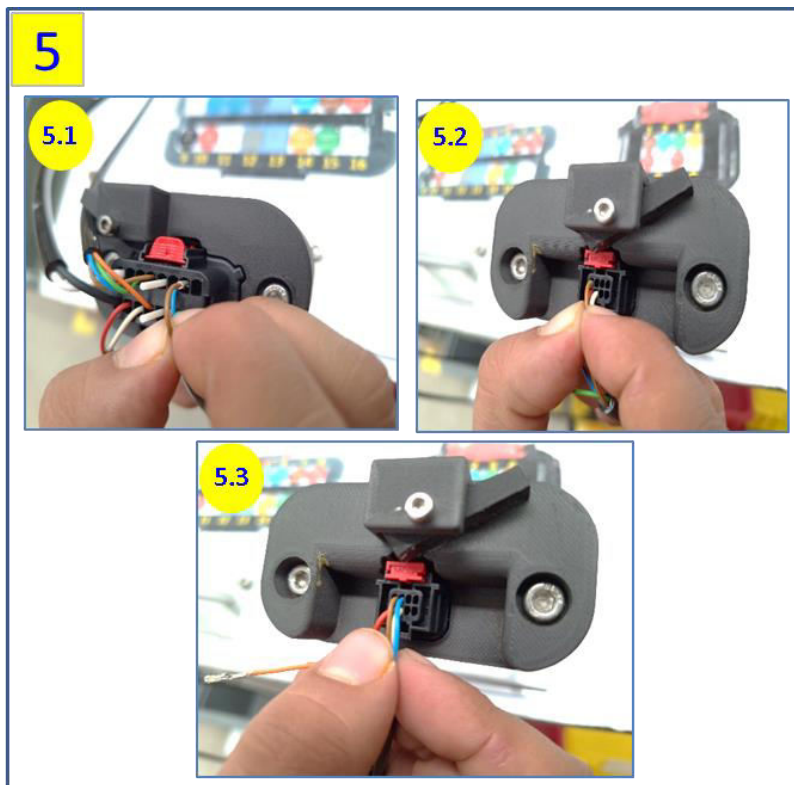
3) Toma el blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS+SUPPLY** color rojo en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 10 (Fig. 3.1). Toma el blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS-SIGNAL** color blanco en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 11 (Fig. 3.2). Toma la punta secundaria blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS+SUPPLY** color rojo en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 5 (Fig. 3.3). Toma la punta secundaria del blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS-SIGNAL** color blanco en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 6 (Fig. 3.4).

Ilustración 92 Nueva actividad 3 de preensamble 2 arnés trasero



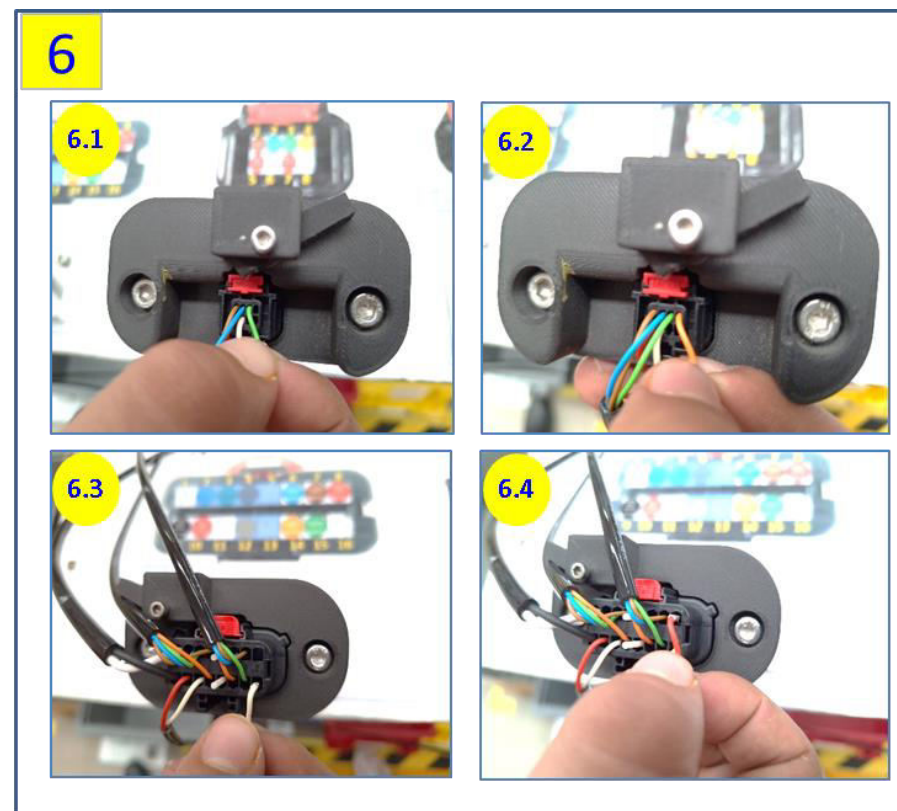
4) Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B-** color naranja (Circuito marcado) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 14 (Fig. 4.1). Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B+** color verde (circuito marcado) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 15 (Fig. 4.2). Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A+** color azul (Circuito marcado) en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 6 (Fig. 4.3).

Ilustración 93 Nueva actividad 4 de preensamble 2 arnés trasero



5) Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A-** color café (Circuito marcado) en el conector principal **CHASSIS HARNNES BODY CONNECTOR** en la cavidad 7 (Fig. 5.1).
Toma las puntas secundarias blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNNEL A-** color café (Circuito marcado) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 1 (Fig. 5.2).
Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL A+** color azul (Circuito marcado) en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 2 (Fig. 5.3).

Ilustración 94 Nueva actividad 5 de preensamble 2 arnés trasero



6) Toma las puntas blindando Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B+** color verde en el conector **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 3 (Fig. 6.1). Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANNEL B-** color naranja (Circuito marcado) en el conector principal **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 4 (Fig. 6.2). Toma las puntas blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS2+SIGNAL** color blanco en el conector principal **CHASSIS HARNNES BODY CONNECTOR** en la cavidad 16 (Fig. 6.3). Toma las puntas blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS2+SIGNAL** color rojo en el conector principal **CHASSIS HARNNES BODY CONNECTOR** en la cavidad 8 (Fig. 6.4).

Ilustración 95 Nueva actividad 6 de preensamble 2 arnés trasero

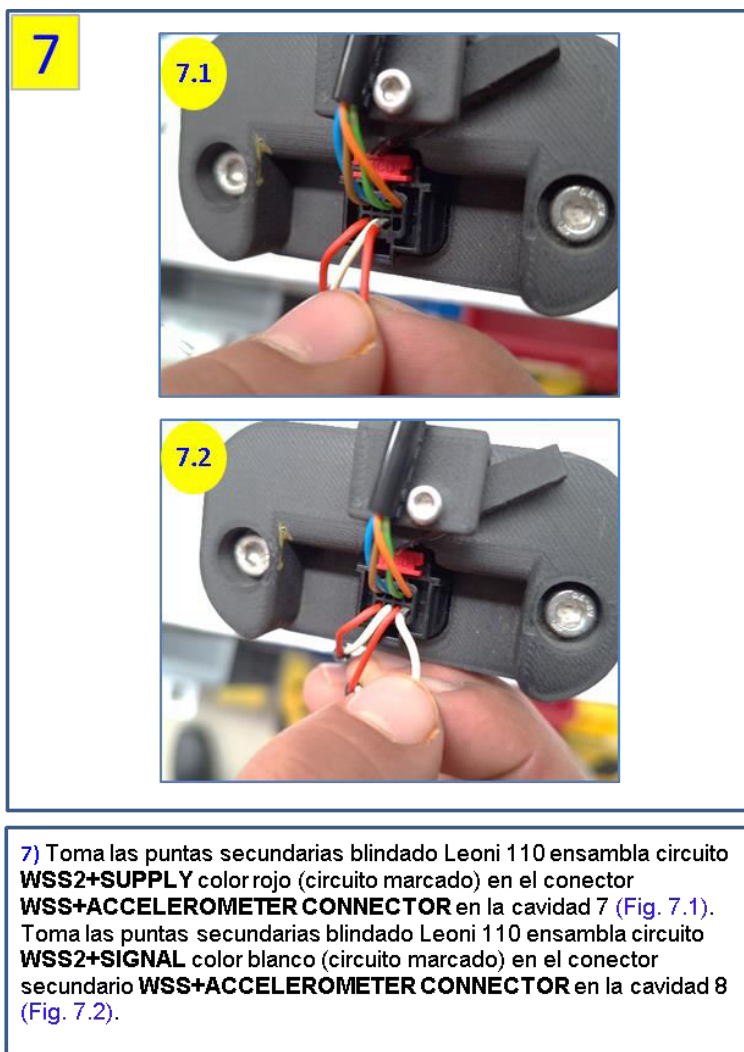


Ilustración 96 Nueva actividad 7 de preensamble 2 arnés trasero

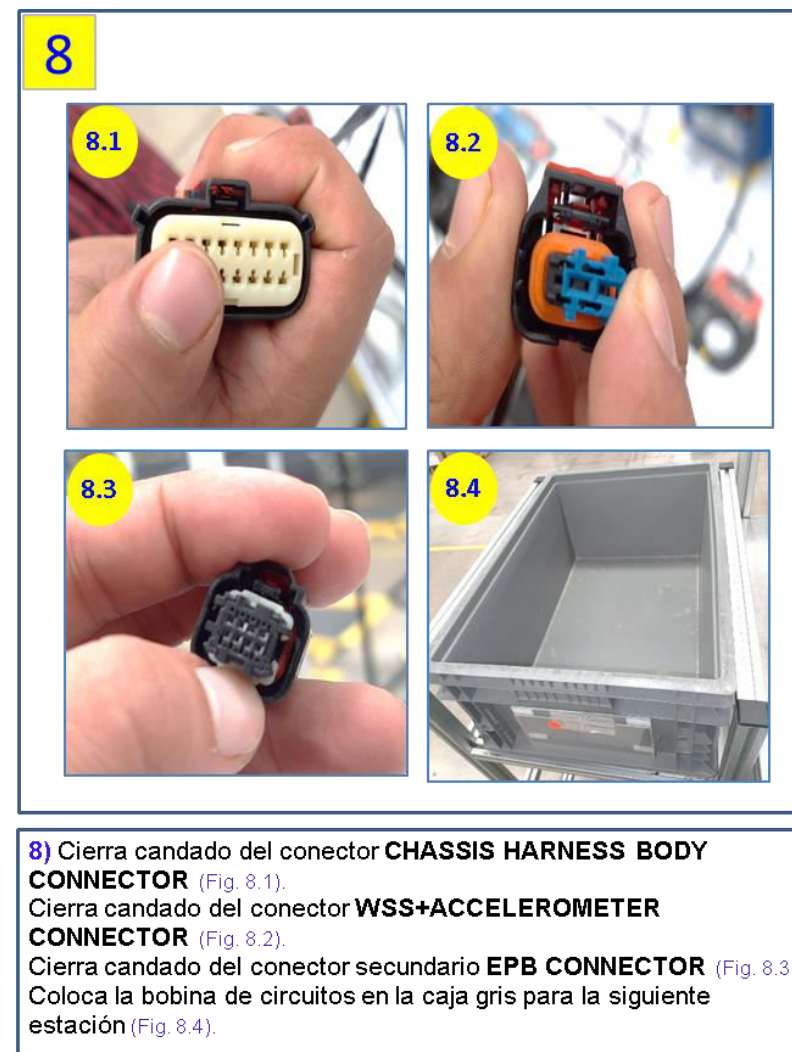


Ilustración 97 Nueva actividad 8 de preensamble 2 arnés trasero

Ensamble:

- Actividad 1: la Actividad 1 no tiene modificaciones debido a que el proceso es lo más óptimo posible.
- Actividad 2: en la Actividad 2 se rebalanceo el proceso, ahora primeramente se debe de colocar la capucha 235458 en el *EPB CONNECTOR*, después se colocará capucha en el conector *WSS ACCEEROMETER CONNECTOR* y enseguida la colocación de la capucha del conector principal *CHASSIS HARNES BODY CONECTOR*. Después de estos pasos se siguen los pasos anteriores de colocación de manga y aseguramiento de esta misma.
- Actividad 3: se rebalanceo el proceso de esta Actividad para colocar los clips de mejor manera, esto con el fin de optimizar los tiempos y evitar problemas de movimiento del arnés. primeramente, se colocó el clip número C5 y C1 en sus lugares correspondientes, enseguida se coloca los clips C7 y C9 en su ubicación establecida, después de esto se introduce los clips C2 y C3 en su lugar, al momento de colocar estos clips en su lugar se colocará los clips C4, C6 y C8, por último, de colocaran los clips C10 y C11 en su lugar. Después de la colocación de los clips se proseguirá con el corte de las corbatas de los clips, para después retirar arnés y colocarlo en la caja gris para su siguiente estación.

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma la bobina blindados de las cajas grises.	NA
2	Coloca el conector principal dentro de la fixtura 1 (237585).	NA
3	Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 3 (235444) y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.	NA
4	Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 4 (235445) y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.	NA
5	Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 2 (235446) y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.	NA
6	Rutea los circuitos por dentro de las horquillas hasta la fixtura 5 (235456) y coloca el conector dentro de su fixtura correspondiente.	NA

Diagrama de la estación de ruteo

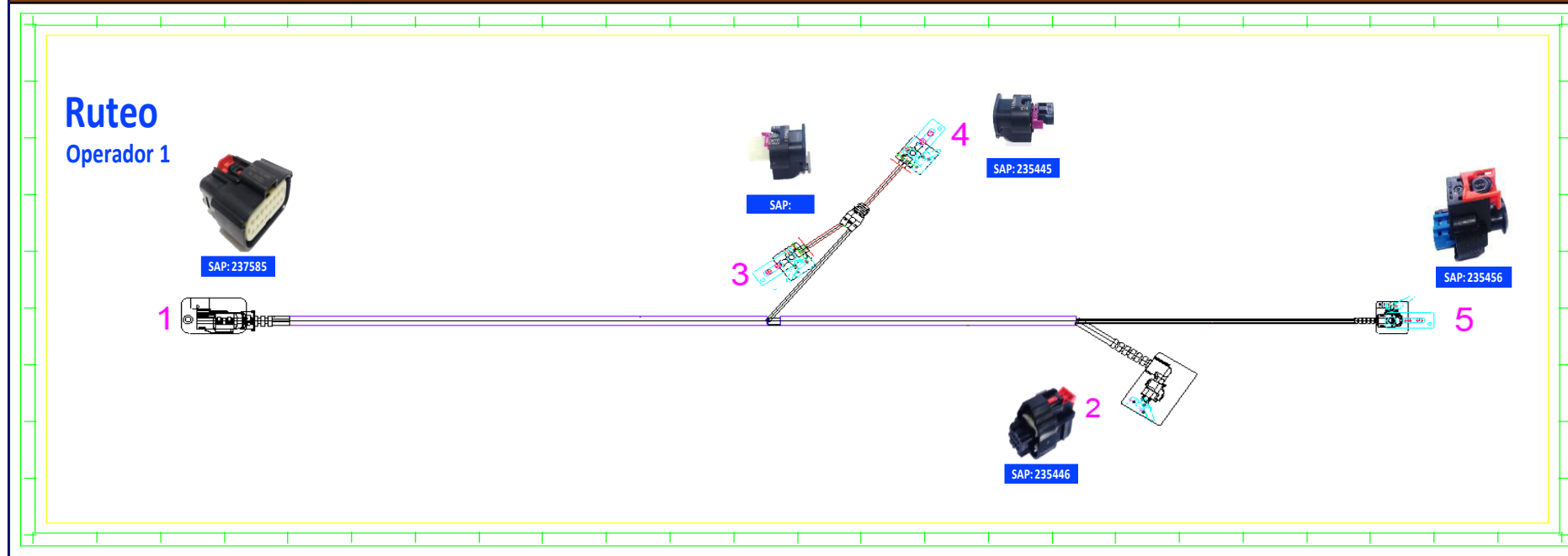


Ilustración 98 Nueva actividad 1 de ensamble del arnés trasero

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma capucha 235458 con COT-BK Ø7 30 mm y coloca a 25 mm del inicio de capucha a la derecha del banderilla B5 , realiza cierre de capucha (Cuidando orientación conector " Vista F "), al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK.	3
2	Toma capucha 237534 con COT-BK Ø10 55 mm y coloca a 50 mm del inicio de capucha a la derecha del banderilla B4 , realiza cierre de capucha (Cuidando orientación CPA " Vista D "), al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK .	3
3	Toma capucha 237390 y COT-BK Ø15 32 mm y coloca a 20 mm del inicio de capucha a la izquierda del banderilla B1 , realiza cierre de capucha, al finalizar realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK.	3
4	Toma MANGA Ø16 552 mm y realiza fijación a la derecha del punto H (horquilla).	3
5	Coloca el resto de la MANGA Ø16 552 mm del punto H hasta la banderilla B2 y con cinta VT-BK coloca Spot Tape a la izquierda de la banderilla B2 sobre la MANGA Ø16 552 mm .	3
6	Toma MANGA Ø16 345 mm , coloca en el indicador B3 y realiza fijación con cinta VT-BK con respecto a la banderilla B3 .	3
7	Coloca el resto de la MANGA Ø16 345 mm del indicador B3 al J2 y al finalizar coloca Spot Tape con cinta VT-BK con respecto a J2 .	3
8	Realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK al centro de las fixturas C10 y C11 respectivamente.	6

Diagrama de la estación de encinte

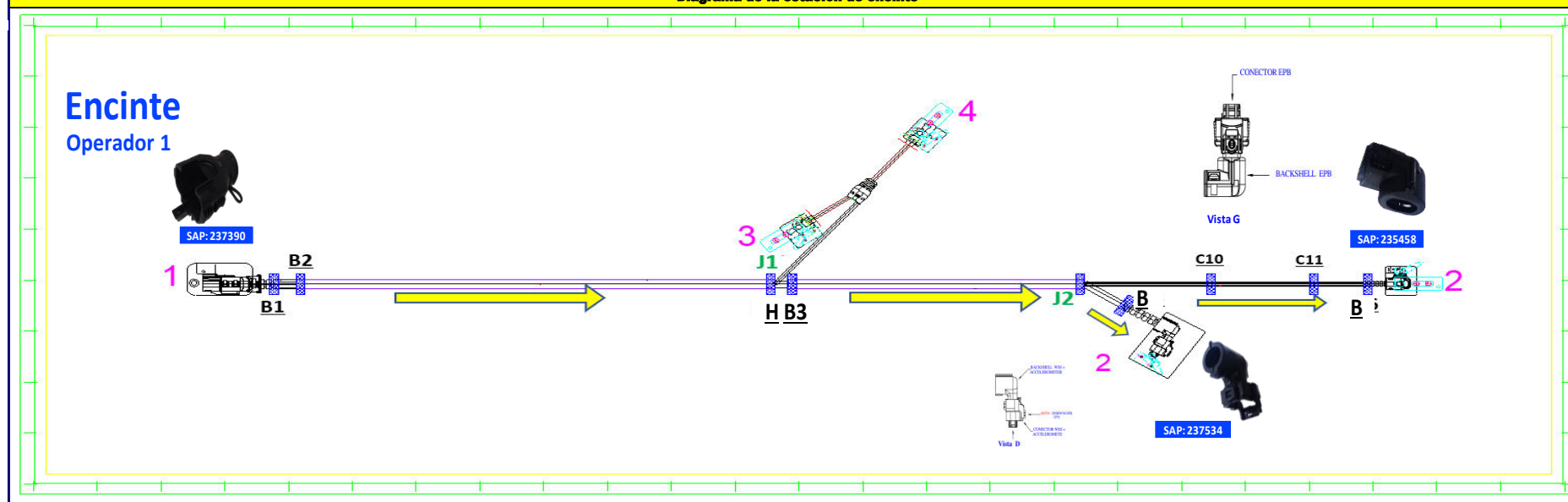


Ilustración 99 Nueva actividad 2 de ensamble del arnés trasero

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma clip 215167 y colócalo en C5 , toma clip (cintillo) 235449 y colócalo en C1 asegurando la correcta posición de la manga.	NA
2	Toma clips 215167 y colócalos en C7 y C9 asegurando la correcta posición de la manga.	NA
3	Toma clips 235457 y colócalos en C2 y C3 .	NA
4	Toma clips (cintillos) 235449 y colócalos en el siguiente orden C4 , C6 y C8 .	NA
5	Toma clips 223169 y colócalos en el siguiente orden C10 y C11 .	NA
6	Ver instrucción CEL_K_WI_3340_029_ES Corte de corbatas de clips.	NA
7	Realiza corte de corbatas de clips con el número de pistola que indica la ayuda visual siguiendo la siguiente secuencia: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	NA
8	Retira el arnés del tablero de construcción y coloca en la caja gris para pasar por prueba eléctrica.	NA

Diagrama de la estación de clips

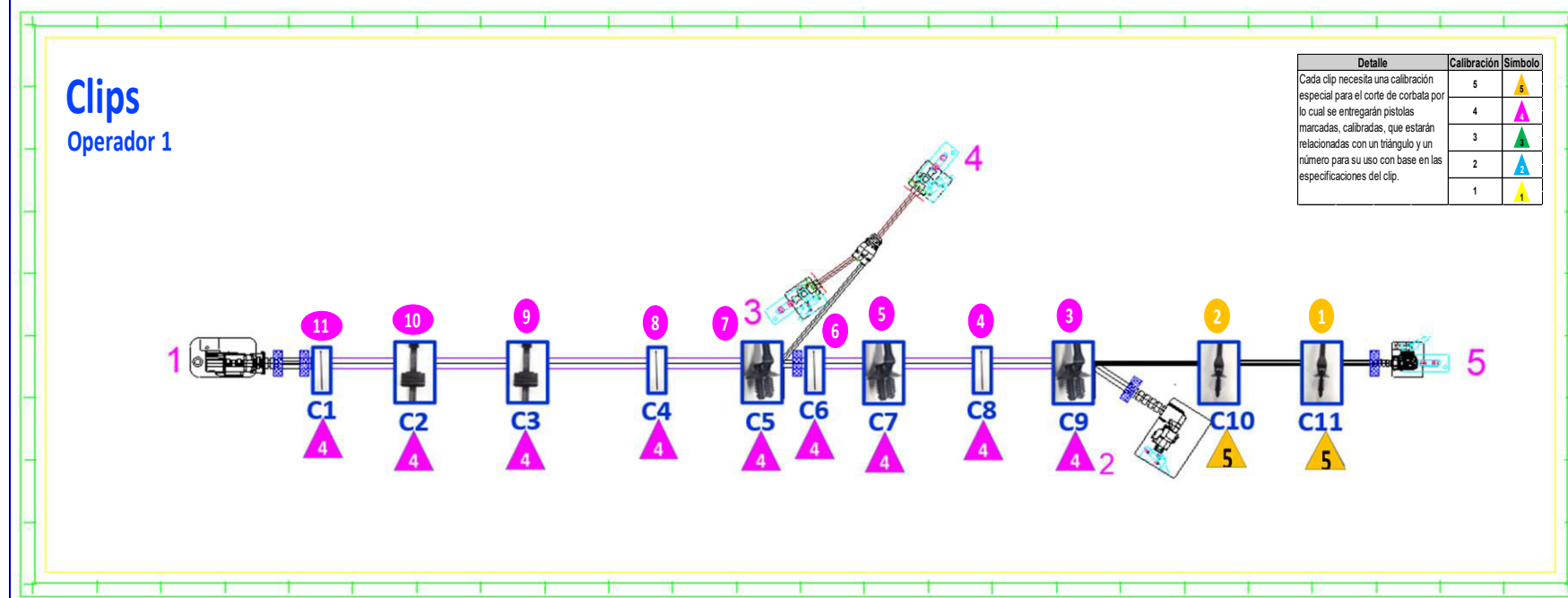


Ilustración 100 Nueva actividad 3 de ensamble del arnés trasero

Prueba eléctrica

Para solucionar las problemáticas dentro de los moldes de prueba eléctrica se notificó al área de automatización, esto debido a que esta área es la única que puede hacer cambios dentro de las pruebas eléctricas por política de la empresa.

El reporte que se les compartió al área de automatización se les notifico el estado de los moldes, como son el mal posicionamiento de estos, así como que los moldes tenían dañado el sensor para reconocer los conectores y clips.

El problema se solucionó comunicándose directamente al proveedor de los moldes el cual se encargó de reparar o sustituir los moldes que lo requerían.

Estudio de tiempos para el arnés trasero:

En la siguiente imagen se muestra el nuevo estudio de tiempos aplicado para el arnés trasero:

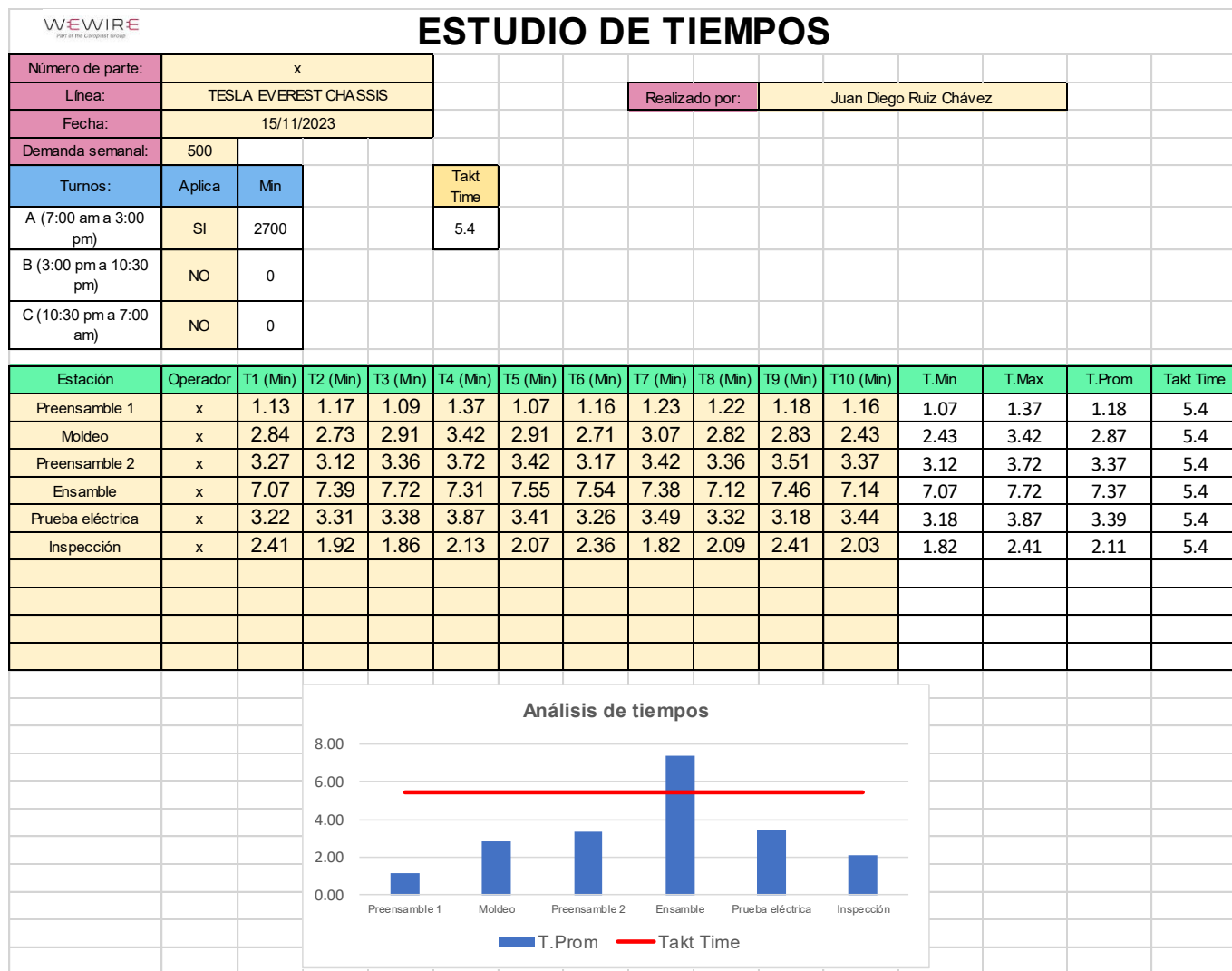


Ilustración 101 Nuevo estudio de tiempos para el arnés trasero

En la siguiente tabla se muestra la comparativa de los tiempos promedio del antes y después de los cambios implementados en el arnés trasero.

Tabla 7 Comparativa y porcentaje de reducción de tiempos

Estación	Tiempos antes (minutos)	Tiempos después (minutos)	Porcentaje de reducción de tiempos
Preensamble 1	1.23	1.18	4.84%
Moldeo	2.56	2.52	1.56%
Preensamble 2	4.01	3.22	19.70%
Ensamble	7.55	7.22	4.37%
Prueba eléctrica	3.48	3.23	7.18%
Inspección	2.10	2.06	1.90%

A continuación, se muestra una comparativa de tiempos del arnés trasero.

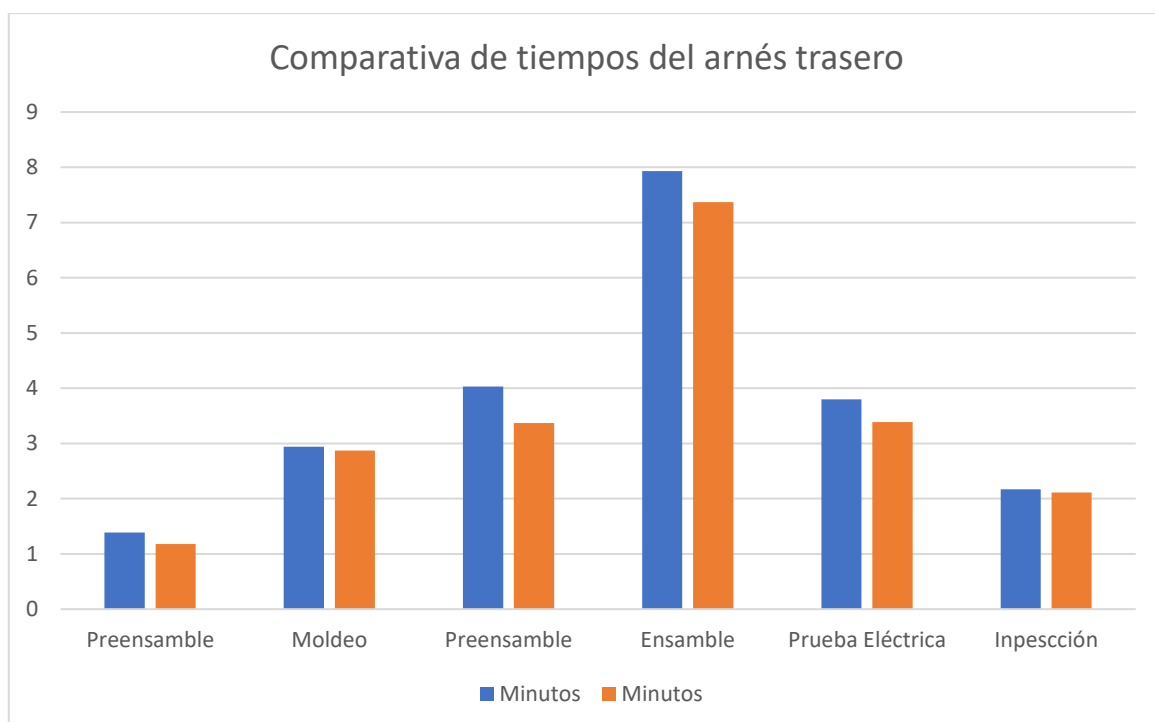


Ilustración 102 Comparativa de tiempos del arnés trasero

El tiempo total de la realización del arnés trasero después de los cambios es de 20 minutos con 34 segundos, esto quiere decir que en total se logró reducir un 8.85% en tiempo de producción por una pieza.

Nota: Los tiempos de la estación de moldeo e inspección se redujeron, se desconoce si fue resultado a los cambios implementados en la línea o por el tiempo que llevan los operadores laborando.

2.- Arnés Frontal

Preensamble 1:

- Actividad 1: se mantiene igual, el único cambio que presenta es en la actualización de imágenes de ayuda.
- Actividad 2: se mantiene igual, el único cambio que presenta es en la actualización de imágenes de ayuda.
- Actividad 3: se mantiene igual, el único cambio que presenta es en la actualización de imágenes de ayuda.
- Actividad 4: únicamente se introducen los circuitos correspondientes al *DAMPER CONNECTOR 1*, sin cerrar el candado del conector.
- Actividad 5: únicamente se introducen los circuitos correspondientes al *DAMPER CONNECTOR 2*, sin cerrar el candado del conector.
- Actividad 6: se cierran los candados del del *DAMPER CONNECTOR 1* y 2.
- Actividad 7: La bobina se coloca en la caja gris para su siguiente estación.

En las siguientes imágenes se muestra el nuevo paso a paso implementado para el preensamble 1 del arnés frontal.

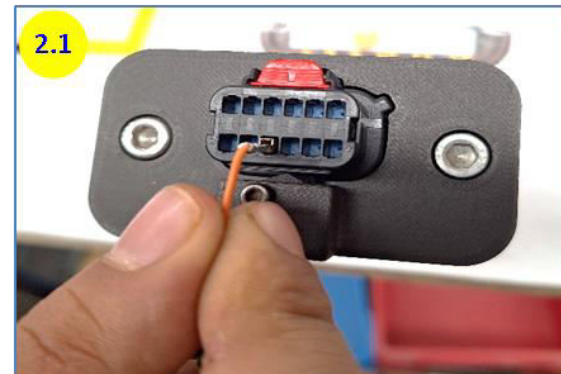
1



1) Toma conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.1). Toma conector secundario **DAMPER CONNECTOR 1** del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.2). Toma conector secundario **DAMPER CONNECTOR 2** del contenedor de componentes y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.3).

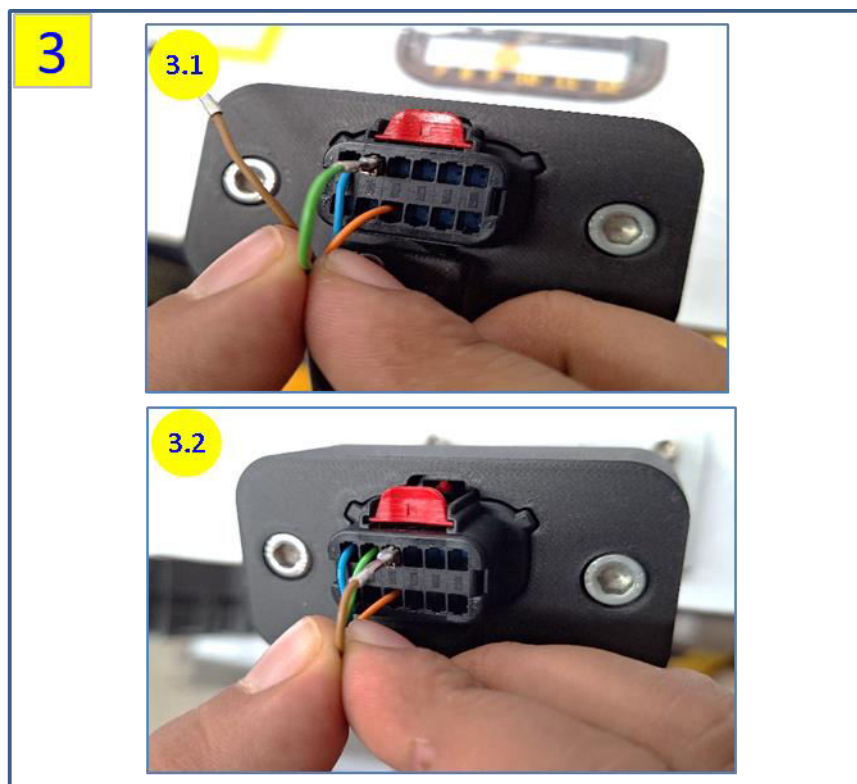
Ilustración 103 Nueva actividad 1 del preensamble 1 del arnés frontal

2



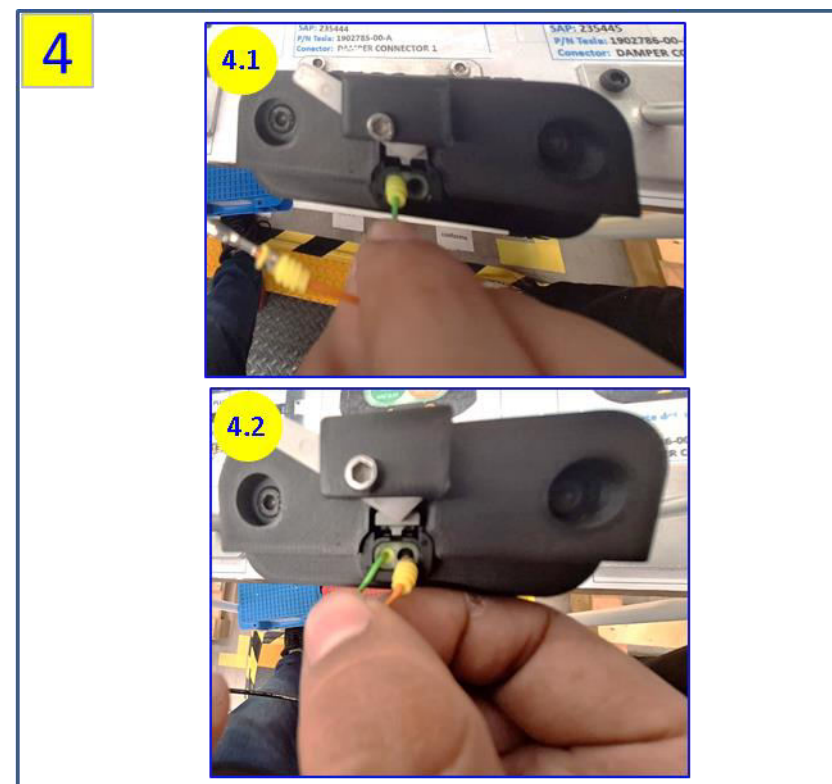
2) Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB GND** color naranja en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 9 (Fig. 2.1). Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER COMP+** color azul en el conector **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 1 (Fig. 2.1).

Ilustración 104 Nueva actividad 2 del preensamble 1 del arnés frontal



3) Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB+** color verde en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 2 (Fig. 3.2). Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER COMP GND** color café en el conector principal **CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 3 (Fig. 3.2).

Ilustración 105 Nueva actividad 3 del preensamble 1 del arnés frontal



4) Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB+** color verde en el conector secundario **DAMPER CONNECTOR 1** en la cavidad 1 (Fig. 4.1). Toma las puntas del blindado Leoni 1950 ensambla circuito **DAMPER REB GND** color naranja en el conector secundario **DAMPER CONNECTOR 1** en la cavidad 2 (Fig. 4.2).

Ilustración 106 Nueva actividad 4 del preensamble 1 del arnés frontal



Ilustración 107 Nueva actividad 5 del preensamble 1 del arnés frontal

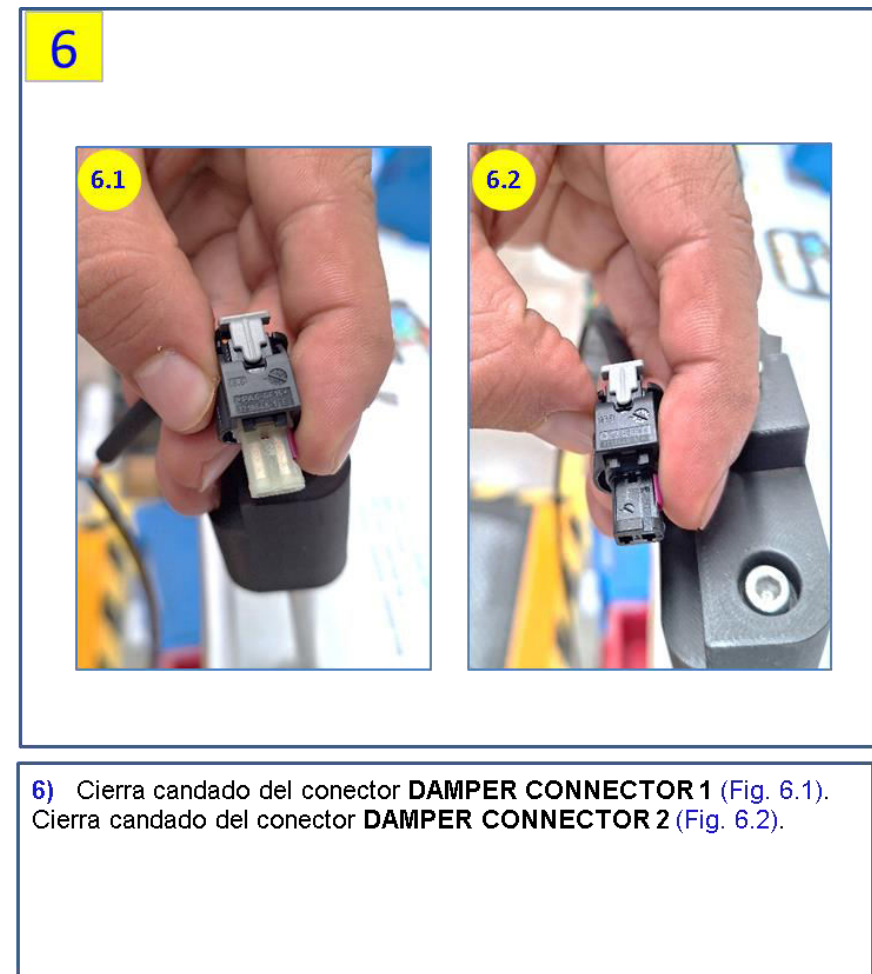


Ilustración 108 Nueva actividad 6 del preensamble 1 del arnés frontal

7



7) Coloca la bobina en la caja gris para su siguiente estación (Fig. 7.1).

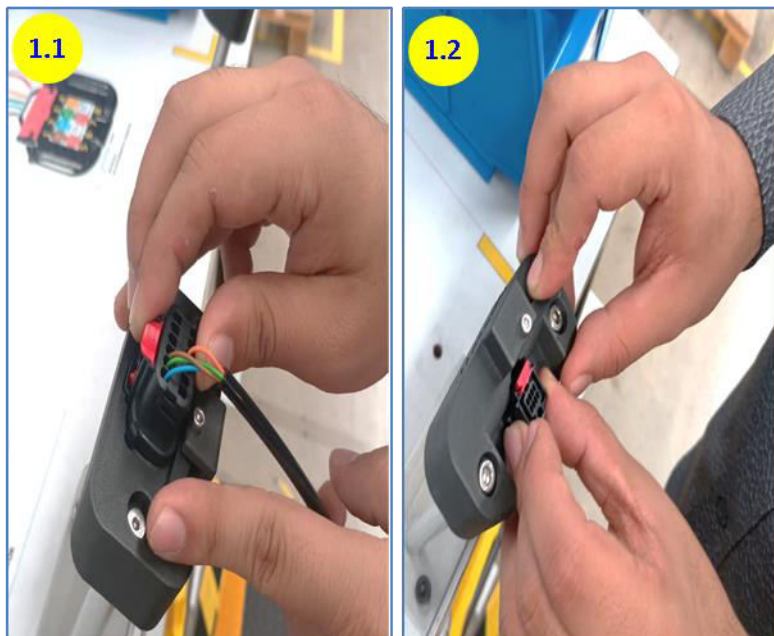
Ilustración 109 Nueva actividad 7 del preensamble 1 del arnés frontal

Preensamble 2:

- Actividad 1: Se rebalanceo el proceso para introducir únicamente los conectores en sus fixturas correspondientes.
- Actividad 2: se inserta el circuito rojo y blanco en ese orden en el conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*, además de introducir el circuito color rojo en el conector secundario *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR* en su cavidad correspondiente.
- Actividad 3: se inserta el circuito color blanco en el conector secundario *WSS ACCELEROMETTER CONNECTOR*, así mismo se inserta el circuito color naranja y verde dentro del conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR* en sus respectivas cavidades.
- Actividad 4: se introduce el circuito color azul y café dentro del conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR*, así mismo se coloca el circuito color café dentro *del WSS ACCELEROMETER CONNECTOR* en su cavidad correspondiente.
- Actividad 5: se introduce el circuito color azul, naranja y verde en sus cavidades especificadas dentro del *WSS ACCELEOEMETER CONNECTOR*.
- Actividad 6: se inserta el circuito color rojo y blanco en el conector principal *CHASSIS HARNESS BODY CONNECTOR* en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 7: se inserta el circuito color rojo y blanco en el conector principal *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR* en sus cavidades correspondientes.
- Actividad 8: se cierran los candados del *CHASSIS HARNES BODY CONNECTOR* y del *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR*, además colocar la bobina dentro de la caja gris para su siguiente estación.

A continuación, se muestran las ilustraciones del nuevo paso a paso del preensamble 2 del arnés frontal.

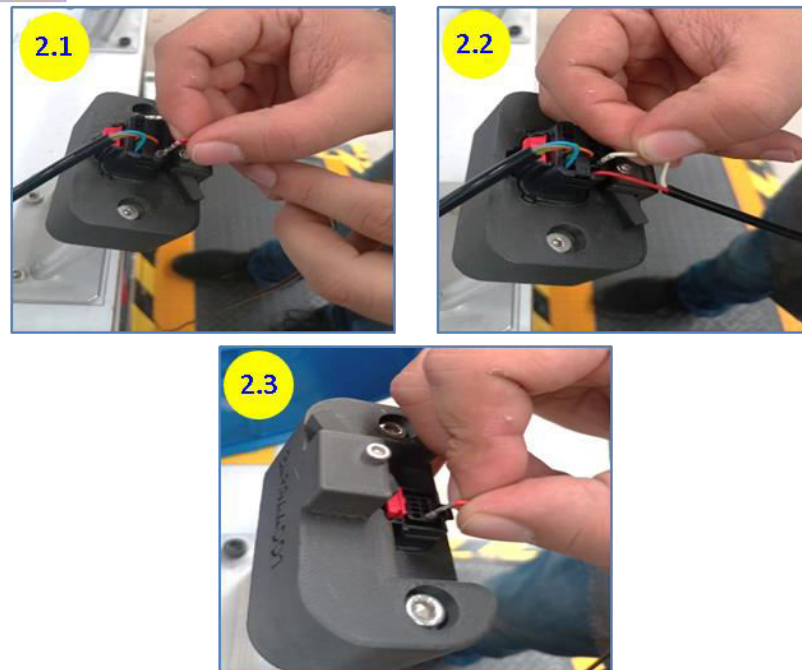
1



- 1) Toma conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** del contenedor de componentes y coloca en la fixtura (Fig. 1.1).
Toma conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** del contenedor y coloca dentro de la fixtura (Fig. 1.2).

Ilustración 110 Nueva actividad 1 del preensamble 2 del arnés frontal

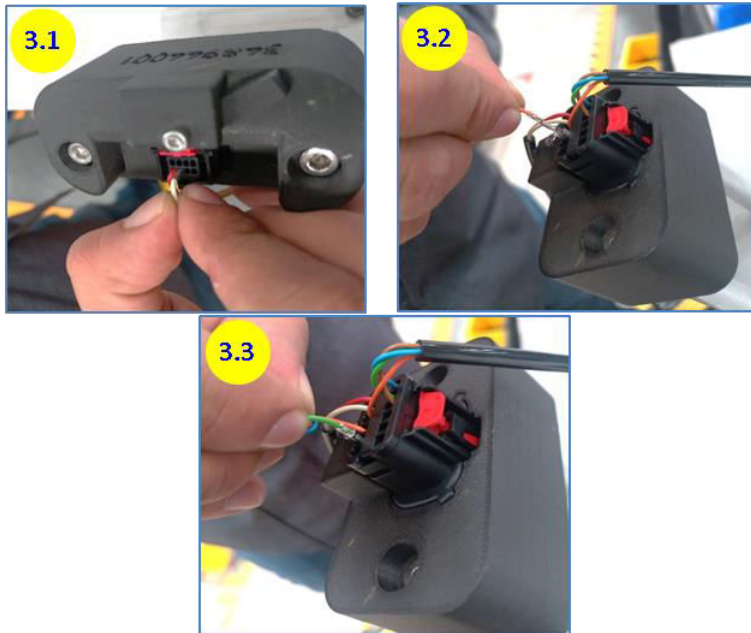
2



- 2) Toma la punta del blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS+ SIGNAL** ensambla circuito color rojo en el conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 7 (Fig. 2.1).
Toma la punta del blindado Leoni 110 ensambla el circuito color blanco **WSS- SIGNAL** en el conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 8 (Fig. 2.2).
Toma las puntas secundarias blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS+ SIGNA** color rojo en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 5 (Fig. 2.3).

Ilustración 111 Nueva actividad 2 del preensamble 2 del arnés frontal

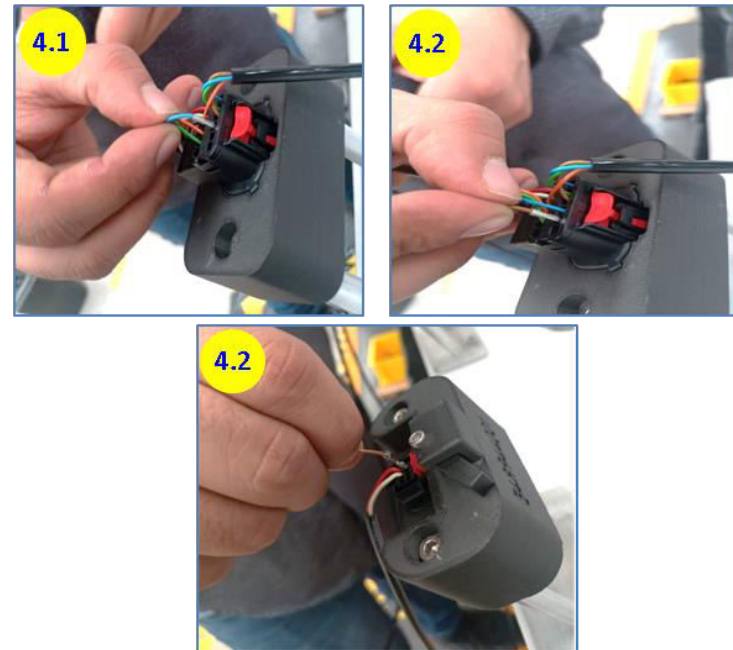
3



3) Toma las puntas secundarias blindado Leoni 110 ensambla circuito **WSS-SIGNAL** blanco en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 6 (Fig. 3.1).
Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANEL B-** color naranja en el conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 10 (Fig. 3.2).
Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANEL B+** color verde en el conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 11 (Fig. 3.3).

Ilustración 112 Nueva actividad 3 del preensamble 2 del arnés frontal

4



4) Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANEL A+** color azul en el conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 4 (Fig. 4.1).
Toma las puntas blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANEL A-** color café en el conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 5 (Fig. 4.2).
Toma las puntas del blindado Leoni 1950 **ACCELETOMETER CHANEL A-** ensambla el circuito color café en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 1 (Fig. 4.3).

Ilustración 113 Nueva actividad 4 del preensamble 2 del arnés frontal

5



5) Toma las puntas blindado Leoni 1950 **ACCELETOMETER CHANEL A+** color azul en el circuito secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 2 (Fig. 5.1).
Toma las puntas blindado Leoni 1950 **ACCELETOMETER CHANEL B+** color verde en el circuito secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 3 (Fig. 5.2).
Toma el blindado Leoni 1950 ensambla circuito **ACCELEROMETER CHANEL B-** color naranja en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 4 (Fig. 5.3).

Ilustración 114 Nueva actividad 5 del preensamble 2 del arnés frontal

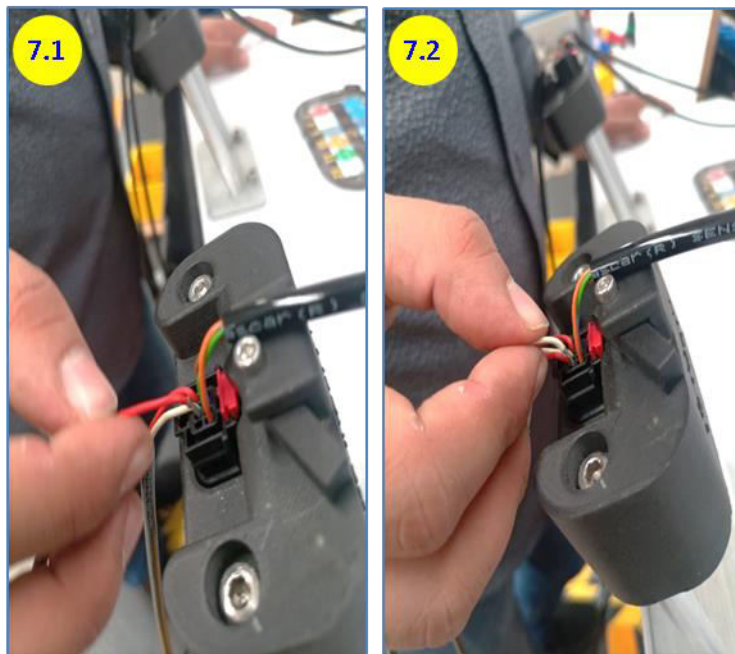
6



6) Toma las puntas del blindado Leoni 110 ensambla el circuito **WSS2-SIGNAL** color blanco en el conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 12 (Fig. 6.1).
Toma las puntas del blindado Leoni 110 ensambla el circuito **WSS2+ SIGNAL** color rojo en el conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** en la cavidad 6 (Fig. 6.2).

Ilustración 115 Nueva actividad 6 del preensamble 2 del arnés frontal

7



7) Toma las puntas secundarias del blindado Leoni 110 ensambla el circuito color rojo en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 7 (Fig. 7.1). Toma las puntas secundarias del blindado Leoni 110 ensambla el circuito color blanco en el conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** en la cavidad 8 (Fig. 7.2).

Ilustración 116 Nueva actividad 7 del preensamble 2 del arnés frontal

8



8) Cierra candado del conector principal **CHASSI HARNESS BODY CONNECTOR** (Fig. 8.1). Cierra candado del conector secundario **WSS+ACCELEROMETER CONNECTOR** (Fig.8.2). Coloca la bobina en la siguiente estación (Fig. 8.3).

Ilustración 117 Nueva actividad 8 del preensamble 2 del arnés frontal

Ensamble:

- Actividad 1: cambio el orden de colocación de los diferentes conectores, ahora se coloca el conector principal *CHASSIS HARNES BODY CONNECTOR* en la fixtura 1, después se coloca el *DAMPER CONNECTOR* 1 dentro de la fixtura 3, enseguida se coloca el *DAMPER CONNECTOR* 2 en la fixtura 3 y por último se coloca el *WSS ACCELEROMETER CONNECTOR* dentro de la fixtura 2.
- Actividad 2: la actividad 2 no presenta cambios debido a que ya es lo más optimo posible dentro de la línea.
- Actividad 3: Cambio el posicionamiento de los clips dentro de la actividad 3, primero empieza con la colocación del C3 en su posición determinada, después de esto se colocará el C6, C4 y C8 en sus posiciones, enseguida se colocará el C2 y el C5 en su lugar y para terminar se colocará el C7 y el C1 en sus lugares. Al momento de colocar los clips en sus determinados lugares se proseguirá con el corte de las corbatas de los clips siguiendo el orden establecido.

En las siguientes ilustraciones se muestran el paso a paso del ensamble del arnés frontal.

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma la bobina blindados de las cajas grises.	NA
2	Coloca el conector principal dentro de la fixtura 1 (235441).	NA
3	Rutea los circuitos y coloca el conector 235444 dentro de la fixtura 3.	NA
4	Rutea los circuitos y coloca el conector 235445 dentro de la fixtura 4.	NA
5	Rutea los circuitos y coloca el conector 235446 dentro de la fixtura 2.	NA

Diagrama de la estación de ruteo

Ruteo

Operador 1

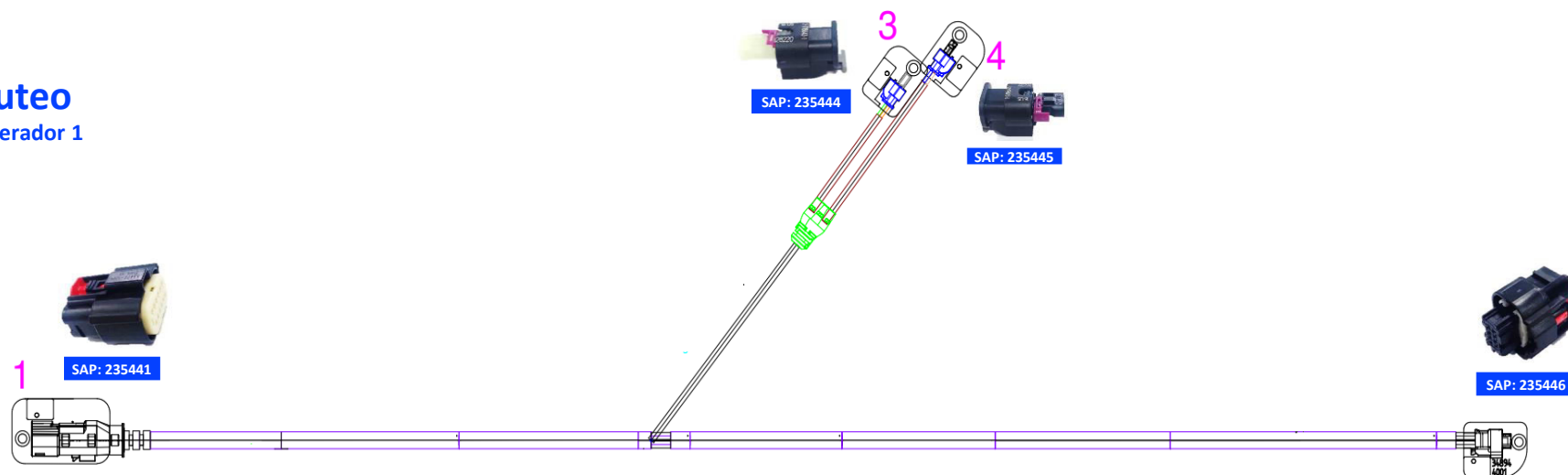


Ilustración 118 Nueva actividad 1 del ensamble del arnés frontal

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma la MANGA Ø13 412 mm , colócala en el indicador H (horquilla) y fija la manga con cinta VT-BK .	2
2	Coloca el resto de la manga Ø13 412 mm hasta el indicador B1 y realiza colocación de Spot Tape sobre la manga Ø13 412 mm con cinta VT-BK . Sin cortar la cinta, coloca Tubo COT Ø13 30 mm y vuelve a colocar un Spot Tape sobre el Tubo COT y corta la cinta.	2
3	Toma la capucha 237389 del conector principal, colócala sobre el conector principal y cierra la capucha.	4
4	Toma la MANGA Ø13 612 mm y colócala en el indicador B2 ; realiza fijación con cinta VT-BK respecto a la banderilla B2 .	4
5	Coloca el resto de la manga Ø13 612 mm hasta la banderilla B3 y realiza colocación de Spot Tape con cinta VT-BK a la izquierda de la banderilla B3 sobre la MANGA Ø13 612 mm .	2

Diagrama de la estación de encinte

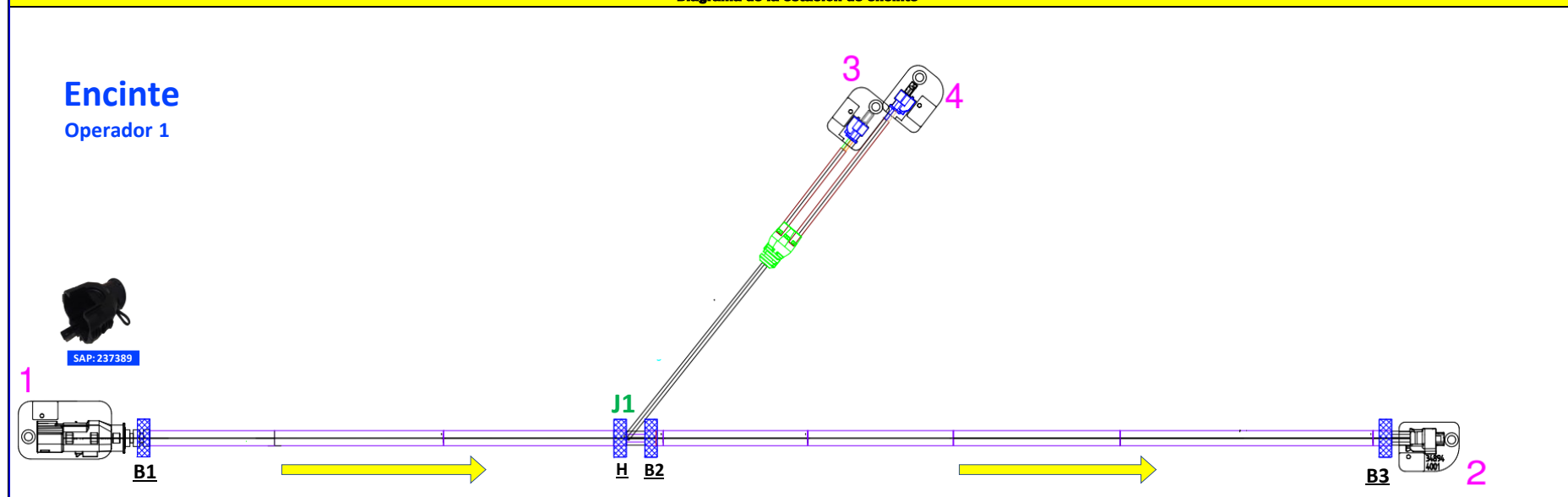
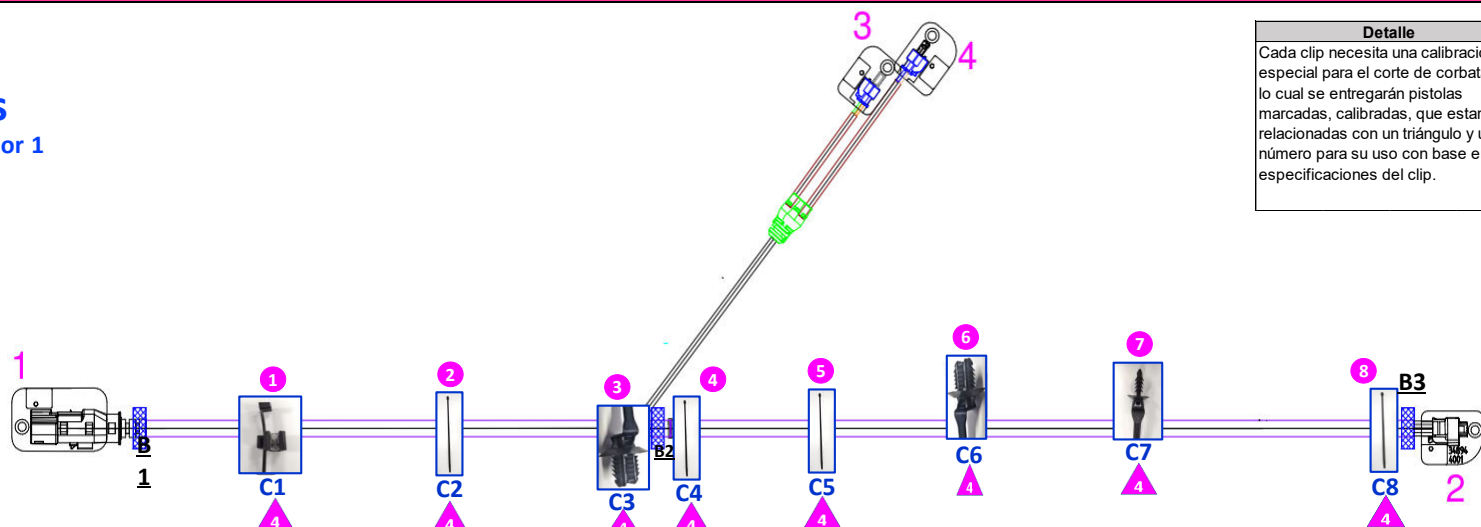


Ilustración 119 Nueva actividad 2 del ensamble del arnés frontal

Operador 1	Secuencia:	
1	Toma clip 215167 y colócalo en C3 asegurando la correcta posición de la manga.	NA
2	Toma clip 237392 y colócalo en C6 , toma clips (cintillos) 235449 y colócalos en C4 y C8 asegurando la correcta posición de la manga.	NA
3	Toma clips (cintillos) 235449 y colócalos en C2 y C5 .	NA
4	Toma clip 223169 y colócalo en C7 , toma clip 235447 y colócalo en C1 .	NA
5	Con la pistola calibrada en 4, realiza el corte de corbata de los clips C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8 siguiendo la secuencia de menor a mayor marcado por: 1 2 3 4 5 6 7 8 El corte de corbata se debe de hacer sin sacar el clip de la fixtura.	NA
6	Retira el arnés del tablero de contrucción y coloca en la caja gris para pasar por prueba eléctrica.	NA

Diagrama de la estación de clips

Clips Operador 1



Detalle	Calibración	Símbolo
Cada clip necesita una calibración especial para el corte de corbata por lo cual se entregarán pistolas marcadas, calibradas, que estarán relacionadas con un triángulo y un número para su uso con base en las especificaciones del clip.	5	5
	4	4
	3	3
	2	2
	1	1

Ilustración 120 Nueva actividad 3 del ensamble del arnés frontal

Prueba eléctrica

Para solucionar las problemáticas dentro de los moldes de prueba eléctrica se notificó al área de automatización, esto debido a que esta área es la única que puede hacer cambios dentro de las pruebas eléctricas por política de la empresa.

El reporte que se les compartió al área de automatización se les notifico el estado de los moldes, como son el mal posicionamiento de estos, así como que los moldes tenían dañado el sensor para reconocer los conectores y clips.

El problema se solucionó comunicándose directamente al proveedor de los moldes el cual se encargó de reparar o sustituir los moldes que lo requerían.

Estudio de tiempos para el arnés frontal.

En la siguiente ilustración se muestra el nuevo de estudio de tiempos aplicado al arnés frontal.

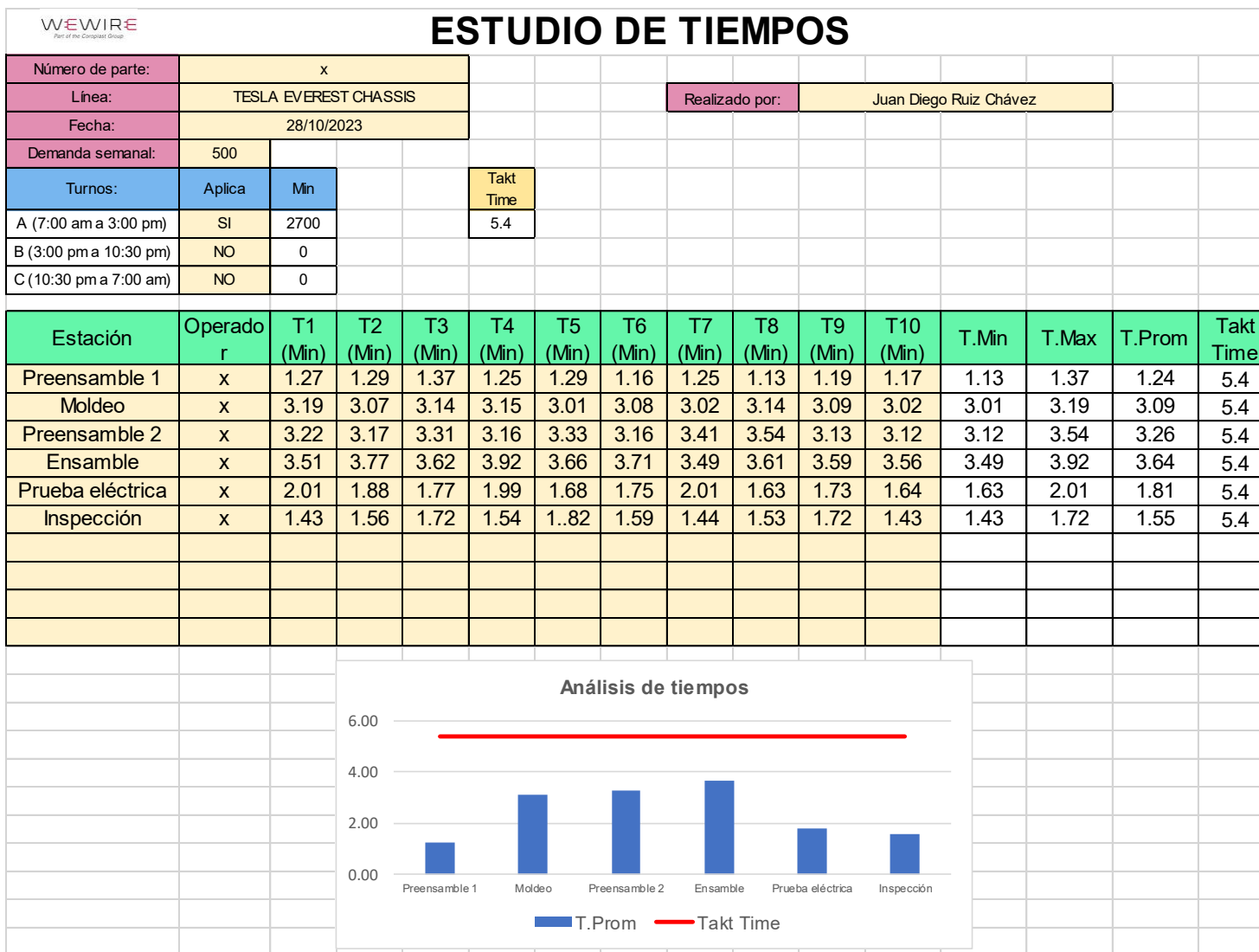


Ilustración 121 Nuevo estudio de tiempos del arnés frontal

En la siguiente tabla se muestra la comparativa de los tiempos promedio del antes y después de los cambios implementados.

Tabla 8 Comparativa y porcentaje de reducción de tiempos del arnés frontal

Estación	Tiempos antes (minutos)	Tiempos después (minutos)	% de reducción de tiempos
Prensamble 1	1.36	1.24	8.58%
Moldeo	3.12	3.09	0.96%
Prensamble 2	3.59	3.26	9.19%
Ensamble	3.90	3.64	6.67%
Prueba eléctrica	2.08	1.81	12.98%
Inspección	1.61	1.55	3.73%

A continuación, se muestra la comparativa de tiempos para el arnés frontal.

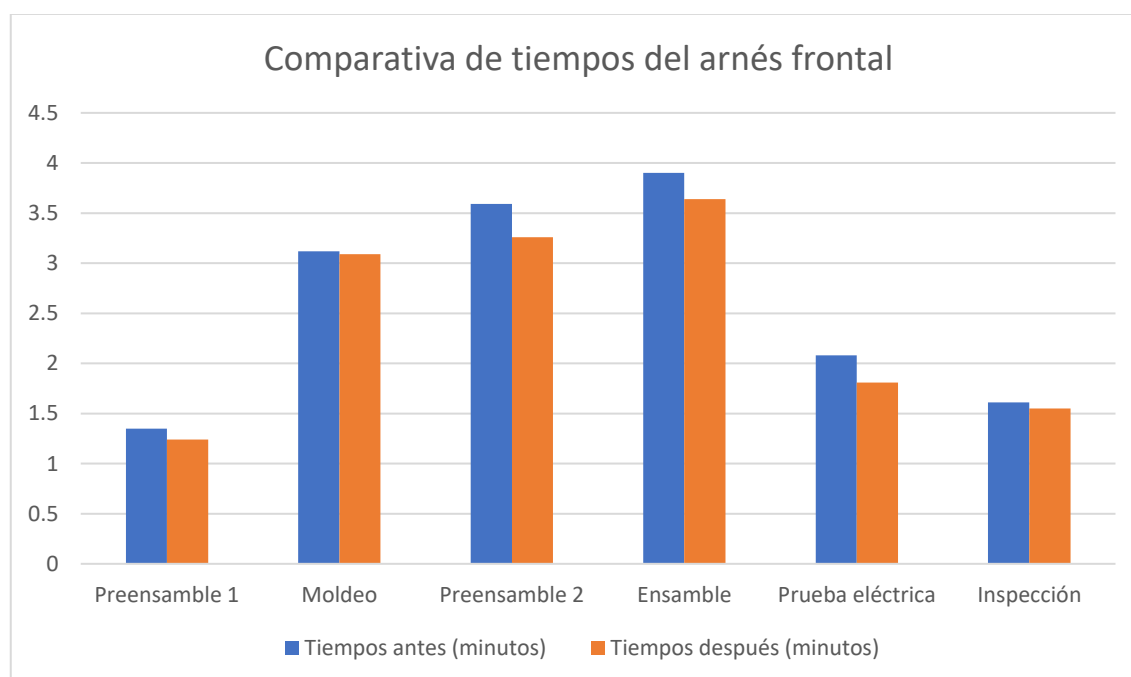


Ilustración 122 Comparativa de tiempos del arnés frontal

El tiempo total de la realización del arnés trasero después de los cambios es de 14 minutos con 35 segundos, esto quiere decir que en total se logró reducir un 6.83% en tiempo de producción por una pieza.

Nota: Los tiempos de la estación de moldeo e inspección se redujeron, se desconoce si fue resultado a los cambios implementados en la línea o por el tiempo que llevan los operadores laborando.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Con la implementación del estudio de tiempos dentro de los arneses trasero y frontal de la línea TESLA EVEREST CHASSIS dentro de la empresa WEWIRE COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. DE R.L DE C.V COROPLAST CABLE TRADING MÉXICO S. De R.L de C.V, el diagnóstico de la línea arrojó que se tenía problemáticas que generaban tiempos muertos en el are de preensamble 1 y cuellos de botella en el área de prueba eléctrica.

Con la implementación de estudio de tiempos se logró identificar cada una de las actividades que se realizan dentro de esta línea para poder recolectar los tiempos de una manera más eficiente, con esto se logró recabar los tiempos de mejor manera y así recolectar los datos dentro de una plantilla diseñada para este objetivo. Con el estudio se identificó que la mejor opción para lograr optimizar los tiempos es realizando un rebalanceo de las estaciones de trabajo, respetando la política y estándar de la empresa, mediante el uso de diagrama de *Yamazumi* se observa las actividades que generan más tiempo dentro del proceso y ayudo a dar soluciones.

El rebalanceo se realizó dentro de las estaciones de Preensamble 1, Preensamble 2 y ensamble lograron optimizar los tiempos de elaboración, además se eliminaron los tiempos muertos y los cuellos de botella identificados dentro de la prueba eléctrica y de las demás estaciones, de tal manera que minimizo el tiempo de producción de los arneses, así reduciendo un 8.85% en el tiempo de fabricación del arnés trasero y un 6.83% en el arnés frontal.

Con la optimización de tiempos si logro reducir un porcentaje en los tiempos de elaboración, con esto se puede concluir que al momento de contar con una optimización de tiempos se pueden eliminar tiempos muertos y cuellos de botella, con esto pueden aumentar su productividad y por lo tanto generar mas ganancias de la línea TESLA EVEREST CHASSIS o en su caso lograr

obtener un stock de piezas para el siguiente embarque que solicite el cliente de estos arneses.

Recomendaciones

- Realizar un seguimiento y control del cumplimiento de los cambios implementados hacia la línea de fabricación del proyecto TESLA EVEREST CHASSIS.
- Implementar el uso del 2do turno para cumplir con los requerimientos del cliente, para prevenir retrasos en las entregas semanales.
- Capacitar a los operadores de mejor manera en la realización de las actividades dentro de su estación correspondiente.
- Tener la cantidad necesaria de operadores que se piden dentro de las estaciones.
- Aumentar la cantidad de tableros de ensamble para alcanzar la demanda solicitada.

GLOSARIO

1. **Fixtura:** es una herramienta de sujeción, posicionamiento, localización o soporte para una operación de ensamble, maquinado, inspección o algún proceso industrial.
2. **Arnés:** un arnés automotriz es un conjunto de cables, conectores, clips, terminales y cintas, que tiene la función de llevar señales eléctricas de un punto a otro.
3. **Prueba eléctrica:** es una prueba de verificación que se le hace al arnés para verificar la continuidad eléctrica de los componentes de los componentes del arnés.
4. **Scrap:** es una palabra que hace referencia a todos los desechos o todos los residuos que genera o se derivan de la realización de un proceso industrial.
5. **Tack time:** es un concepto empleado en la producción que hace referencia al ritmo que deben de mantener para la fabricación de productos, esto con el fin de satisfacer la demanda del cliente.
6. **Cuello de botella:** es un proceso o actividad que funciona de manera deficiente o a bajo nivel de productividad, por lo tanto, genera un retraso en las operaciones.
7. **Tiempo muerto:** es el tiempo que no genera ningún valor a la empresa, aumenta el tiempo en el que se está realizando una actividad.

ANEXOS

Anexo 1 Plantilla para recolección de tiempos.

WEWIRE

Part of the Comptel Group

ESTUDIO DE TIEMPOS

Número de parte:

Línea:

Fecha:

Demanda semanal:

Realizado por:

Turnos:

Aplica

Min

A (7:00 am a 3:00 pm)

0

B (3:00 pm a 10:30 pm)

0

C (10:30 pm a 7:00 am)

0

Takt Time

#DIV/0!

Estación	Operador	T1 (Min)	T2 (Min)	T3 (Min)	T4 (Min)	T5 (Min)	T6 (Min)	T7 (Min)	T8 (Min)	T9 (Min)	T10 (Min)	T Min	T Max	T.Prom	Takt Time
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!
												0	0	#i DIV/0!	#i DIV/0!

Análisis de tiempos

1

0.8

0.6

0.4

0.2

0

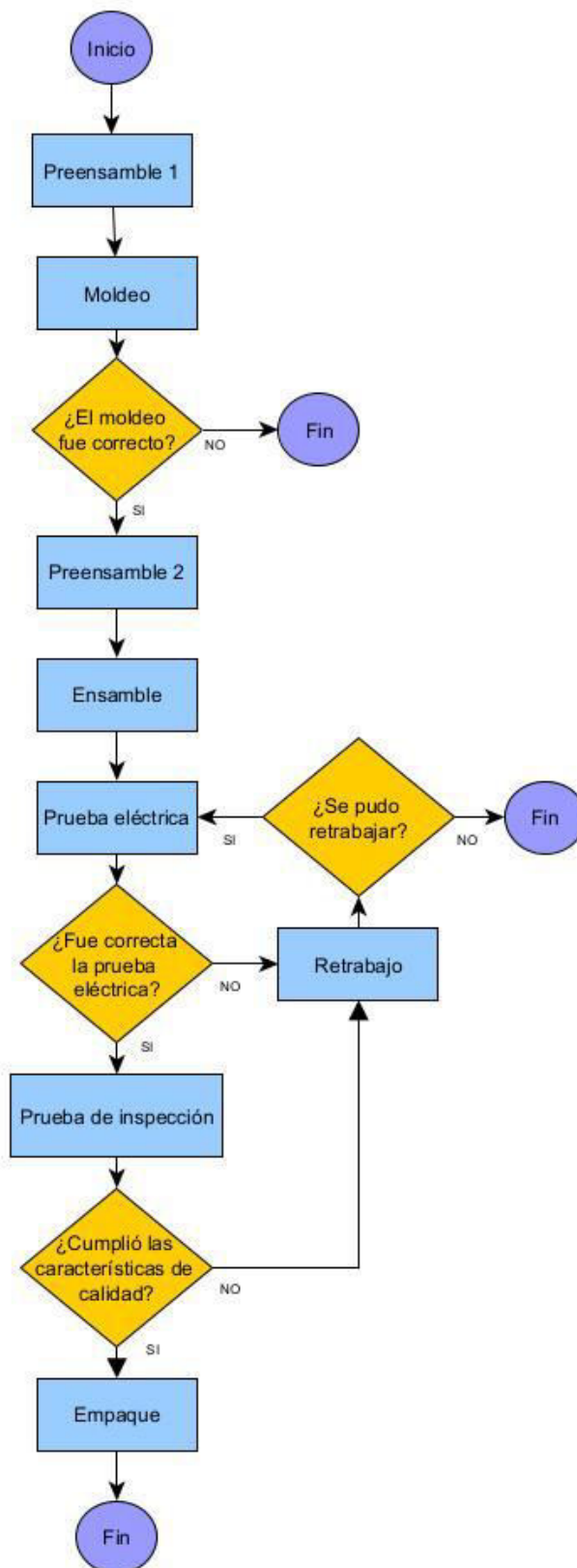
T.Prom

Takt Time

Anexo 2 Encuesta realizada a los operadores.

Fecha de realización:	
Pregunta	Respuesta
1.- ¿En qué estación de trabajo está posicionado?	a) Preensamble 1. b) Moldeo. c) Preensamble 2. d) Ensamble. e) Prueba eléctrica. f) Inspección.
2.- ¿Cuál es la actividad que se le dificulta más realizar dentro de su estación?	
3.- ¿Por qué se le dificulta realizar esa actividad?	
4.- ¿Ah identificados problemas que le impiden realizar su trabajo?	a) Si b) No
5.- ¿Cuáles son los problemas que ha identificado?	
6.- ¿Por qué cree que se originen esos problemas?	
7.- ¿Qué tan a menudo suceden estos problemas?	a) 1 a 3 veces cada día. b) 4 a 6 veces cada día. c) 7 a 10 veces cada día. d) Mas de 10 veces al día.
8.- ¿Estaría dispuesto a aprender nuevos métodos para realizar su trabajo?	a) Si b) No

Anexo 3 Diagrama de flujo de la línea de producción.



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acuña, A. G. (2021). *Estudio de tiempos y movimientos para aumentar la productividad en el area de produccion de la distribuidora Vania S.R.L.*
- Agustín, J. (2013). *Ingeniería industrial*. ALFAOMEGA.
- Arias, Á. (2014). *Bases de datos con MySQL*. Createspace Independent.
- Chávez, O. (2018). *Gestión de la calidad y productividad*. Universidad de las Fuerzas ESPE.
- Cortes, D. B. (2020). *Analisis de tiempos y movimientos en el proceso de produccion de capor en una empresa generadora de areas limpias*.
- Dagnio, J. (2014). *Tipos de estudios*. Chil Anest.
- Escalante, E. (2005). *Seis-Sigma. Metodología y técnicas*. Limusa Noriega.
- Fernández, D. d. (2005). *Distribución en planta*. Servicio de publicaciones. Universidad de Oviedo.
- Galarza, R. (2020). *Los alcances de una investigación*. Los alcances de una investigación, Ciencia Americana.
- García, J. (2020). *Distribución de Planta. Nota Técnica*.
- González, J. (2019). *Diagrama de flujo y su relacion con la vida cotidiana*.
- Graziella Ramirez, D. M. (2021). *Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica*. Sonora: Rascender.
- Kendall, K. K. (2005). *Análisis y diseño de sistemas*. PEARSON EDUCACIÓN.
- López, C. (2016). *Implantación de filosofía Lean en pequeña empresa de fabricación aeronáutica*. Sevilla.
- Lopéz, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad, Métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. Fundación CONFEMENTAL.
- Mejía, C. (2011). *INDICADORES DE EFECTIVIDAD Y EFICACIA*.
- Mendoza, R. H. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Olavarrieta, J. (1999). *Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa*. IBERO Ciudad de Mexico.
- Pablo Verdoy, J. M. (2006). *Manual de control estadístico de calidad: Teoría y aplicaciones*. Publicciones de la universitat Jaume I. Serveri de Comunicació i Publicacions Campus del Riu Sec. Edifici i Serveis Centrals. 12071 Castelló de la plana.
- Palacios, L. (2016). *Ingenería de métodos: Movimientos y Tiempos*. ECOE EDICIONES.
- Peña, M. (2021). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Aluminios y vidrios estructurales S.A.S.*
- Platas, J. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones, un enfoque por competencias*. Grupo Editorial Patria.
- Ramírez, C. R. (2022). *Fundamentos de administración - 5ta edición*. ECOE Ediciones.
- Rúa, J. (2009). *Dirección de operaciones*. Lulu Press, Inc.
- Serrano, L. G. (2018). *Métodos de investigacion de enfoque experimental*.
- Shaw, A. E. (2001). *Time Study Manual de los Erie Works en General Electric Company*.

- Silva, C. T. (2010). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Departamento académico de metodología de la investigación.
- Soriano, A. (2021). *Determinación de los tiempos estándares de fabricación de los productos elaborados en una empresa química*.
- Torres, C. C. (2020). *Importancia de un estudio de tiempos y movimientos*.
- Vázquez, P. (2017). *Prototipo de aplicación para la gestión de datos de tiempos muertos en una empresa*. Ciudad Juárez.
- Yumbulema, J. (2023). *Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en el proceso de producción de suelas para el calzado en la empresa PREPLAST*.