

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS PARA MEJORAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE DE UNA  
EMPRESA FABRICANTE DE BATERÍAS AUTOMOTRICES**

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

**PRESENTADA POR**

**Bach. CAYCHO MORALES, JUNIOR JESÚS CLAUDIO**

**Bach. MENDOZA MORALES, CRISTHIAN ALEXIS**

**ASESOR: DR. ING. VELÁSQUEZ COSTA, JOSÉ ANTONIO**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico a mis padres y profesores por su apoyo incondicional.

Cristhian Alexis Mendoza Morales.

Dedico en primer lugar a dios y a mi familia por ser el soporte y darnos su dedicación.

Junior J. Claudio Caycho Morales.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, nuestras familias y a nuestros profesores por darnos su apoyo y conocimiento para realizar el siguiente trabajo de investigación.

Cristhian Alexis Mendoza Morales  
Junior Jesús Claudio Caycho Morales

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos	3
1.1.1 Descripción del problema	3
1.1.2 Formulación del problema	8
1.1.2.1 Problema general	8
1.1.2.2 Problemas específicos	8
1.2 Objetivo general y específico	8
1.2.1 Objetivo General	8
1.2.2 Objetivos Específicos	8
1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática	9
1.3.1 Espacial	9
1.3.2 Temporal	9
1.3.3 Conceptual o temática	9
1.4 Justificación e importancia	9
1.4.1 Justificación	10
1.4.1.1 Teórica	10
1.4.1.2 Practica	10
1.4.1.3 Social	10
1.4.2 Importancia	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes del estudio de investigación	12
2.1.1 Antecedentes Internacionales	12
2.1.2 Antecedentes Nacionales	15
2.2 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	17
2.2.1 Teorías vinculadas a las variables de estudio	17
2.2.1.1 Estandarización	17
2.2.1.2 Estudio de métodos	18
2.2.1.3 Análisis de valor agregado	19
2.2.1.4 Estudio de tiempos	22
2.2.1.4.1 Requerimientos para la aplicación del estudio de tiempos	22
2.2.1.4.2 Procedimiento del estudio de tiempos	23
2.2.1.5 Balance de línea	27
2.2.1.6 Capacitación para métodos de trabajo	28
2.2.1.7 Documentación estándar	29
2.2.1.8 Capacidad de producción	29
2.2.1.9 Eficiencia	31
2.2.1.10 Productividad	31

2.2.2	Herramientas administrativas utilizadas en las variables	32
2.2.2.1	Diagrama de Ishikawa	32
2.2.2.2	Análisis Foda	33
2.2.2.3	Diagrama de proceso	33
2.2.2.4	Distribución de planta	34
2.2.2.5	Diagrama de flujo del proceso	34
2.2.2.6	Diagrama de desperdicios	35
2.2.2.7	Diagrama de Pareto	36
2.2.2.8	Diagrama de recorrido	36
2.2.2.9	Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)	37
2.2.2.10	Diagrama de precedencias	40
2.2.2.11	Lista de verificación o Check List	40
2.2.2.12	Diagrama de Gantt	41
2.3	Definición de términos básicos	42
2.3.1	Línea de ensamble	42
2.3.2	Puesto de trabajo	42
2.3.3	Estación de trabajo	42
2.3.4	Cuello de botella	42
2.3.5	Velocidad de producción	42
2.3.6	Target de producción	42
2.3.7	Batería seca	42
2.3.8	Poste de la batería	42
2.3.9	Celdas de la caja de la batería	42
2.3.10	Tabiques de la batería	43
2.4	Hipótesis	43
2.4.1	Hipótesis general	43
2.4.2	Hipótesis específica	43
2.5	Variables	43
2.5.1	Definición conceptual de las variables	43
2.5.2	Operacionalización de las variables	45
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		<b>46</b>
3.1	Tipo y nivel	46
3.2	Diseño de investigación	46
3.3	Población	46
3.4	Muestra	47
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
3.6	Procedimientos para la recolección de datos	52
3.6.1	Ciclo de Estandarización (SDCA)	53
3.6.1.1	Etapa de Estandarizar - Standardize (S)	53
3.6.1.2	Etapa de Hacer – Do (D)	54
3.6.1.3	Etapa de Verificar o Controlar – Check (C)	54
3.6.1.4	Etapa de Actuar – Act (A)	54

3.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	54
<b>CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>		<b>55</b>
4.1	Descripción de la empresa	55
4.1.1	Antecedentes de la empresa	55
4.1.2	Visión, misión y valores corporativos	56
4.1.3	Identificación y descripción del producto a investigar	56
4.1.3.1	Producto	56
4.1.3.2	Características principales	56
4.1.4	Análisis de la situación actual (Análisis FODA)	57
4.2	Descripción actual del proceso de ensamble	57
4.2.1	Descripción del proceso de ensamble	59
4.2.2	Distribución actual de la línea de ensamble	65
4.2.3	Velocidades de producción en la línea de ensamble	67
4.3	Diagnóstico actual del proceso de ensamble	68
4.3.1	Aplicación del Estudio de Métodos	69
4.3.1.1	Descripción de actividades por puesto de trabajo	69
4.3.1.2	Identificación de desperdicios por puesto de trabajo	71
4.3.1.3	Elaboración de propuesta del nuevo método de trabajo	73
4.3.1.3.1	Análisis de valor agregado	73
4.3.1.3.2	Evaluación de la propuesta	75
4.3.2	Aplicación del Estudio de Tiempos	78
4.3.2.1	Cronometraje de los ciclos por puesto de trabajo	80
4.3.2.2	Definir el número de observaciones	82
4.3.2.3	Definir la calificación del operario en su puesto de trabajo	83
4.3.2.4	Cálculo del tiempo normal por puesto de trabajo	84
4.3.2.5	Asignación de suplementos por puesto de trabajo	85
4.3.2.6	Cálculo del tiempo estándar por puesto de trabajo	87
4.3.3	Desarrollo de indicadores	87
4.3.3.1	Cálculo de la capacidad de producción	88
4.3.3.1.1	Carga de trabajo	88
4.3.3.1.2	Desarrollo del cálculo de la capacidad de producción	90
4.3.3.2	Cálculo de la eficiencia de línea	94
4.3.3.3	Cálculo de la productividad	95
4.4	Presentación de resultados de la situación antes	98
4.4.1	Resultados obtenidos de la capacidad de producción antes	98
4.4.2	Resultados obtenidos de la eficiencia de la línea antes	99
4.4.3	Resultados obtenidos de la productividad antes	100
<b>CAPÍTULO V: DESARROLLO, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>		<b>104</b>
5.1	Desarrollo De la estandarización	104
5.1.1	Estandarización de la línea de ensamble	105
5.1.1.1	Análisis del estándar a realizar	105
5.1.1.1.1	Análisis del nuevo método de trabajo	106
5.1.1.1.2	Análisis del balance de línea	112

5.1.1.2	Definición de los objetivos del estándar	122
5.1.2	Implementación del estándar	123
5.1.2.1	Implementación del nuevo método de trabajo	123
5.1.2.1.1	Aplicación del Estudio de Métodos	123
5.1.2.1.2	Aplicación del Estudio de Tiempos	134
5.1.2.2	Implementación del balance de línea	139
5.1.3	Verificación del cumplimiento del estándar	142
5.1.3.1	Verificación del nuevo método	142
5.1.3.2	Verificación de los tiempos de encajonado	143
5.1.4	Documentación estándar	145
5.1.4.1	Documentación del proceso de ensamble	145
5.1.4.2	Diagrama de Gantt para la entrega de documentación	146
5.2	Presentación de resultados de la situación después	147
5.2.1	Resultados obtenidos de la capacidad de producción después	147
5.2.2	Resultados obtenidos de la eficiencia de la línea después	148
5.2.3	Resultados obtenidos de la productividad después	149
5.3	Análisis De Resultados	152
5.3.1	Hipótesis general	153
5.3.2	Hipótesis específica N°1	158
5.3.3	Hipótesis específica N°2	162

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Requisitos para el estudio de tiempos.	23
Tabla N°2: Valoración escala base 100	25
Tabla N°3: Tabla de valoración Nivel promedio de riesgo (RPN)	39
Tabla N°4: Definición conceptual de la variable dependiente y sus indicadores	43
Tabla N°5: Definición conceptual de la variable independiente y sus indicadores	44
Tabla N°6: Operacionalización de las variables	45
Tabla N°7: División de la población por tamaño de la caja de batería y número de placas	48
Tabla N°8: Cálculo del número de muestras por estratos	50
Tabla N°9: Modelos que conforman la muestra de investigación	51
Tabla N°10: Análisis FODA	57
Tabla N°11: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices	59
Tabla N°12: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices (continuación)	60
Tabla N°13: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices (continuación)	61
Tabla N°14: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices (continuación)	62
Tabla N°15: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices (continuación)	63
Tabla N°16: Velocidad de producción en la línea de ensamble	67
Tabla N°17: Porcentaje de Improductividad por puesto de trabajo (PT)	73
Tabla N°18: Comparación del método actual y el método propuesto	77
Tabla N°19: Número de operadores según puesto de trabajo (PT)	79
Tabla N°20: Tiempo observado por puesto de trabajo (PT)	81
Tabla N°21: Número recomendados de ciclos de observaciones	82
Tabla N°22 :Escala de valoración Base 100	83
Tabla N°23: Tiempo observado y tiempo normal por puesto de trabajo	84
Tabla N°24: Suplementos por cada puesto de trabajo de la OIT (Organización Internacional de trabajo)	86
Tabla N°25: Tiempo observado, normal y estándar por puesto de trabajo	87
Tabla N°26: Cargas de trabajo en los puestos de trabajo (PT)	89
Tabla N°27: Carga de trabajo real por puesto de trabajo (PT)	92
Tabla N°28: Cálculo de capacidades de producción en línea de ensamble	93
Tabla N°29: Cálculo de la productividad (Antes)	98
Tabla N°30: Resultados de las capacidades de producción antes	99
Tabla N°31: Resultado de la Eficiencia de la línea de ensamble antes	100
Tabla N°32: Resultado de las Horas hombre teórico antes	101
Tabla N°33: Resultado de las Horas hombre real antes	102
Tabla N°34: Resultado de la productividad antes	103
Tabla N°35: Mejora en la Eficiencia del EGE	109

Tabla N°36: Cálculo del Indicador productividad después	111
Tabla N°37: Cuadro de precedencias de las actividades	114
Tabla N°38: Asignación de actividades a estaciones de trabajo	117
Tabla N°39: Tiempos operativos y ocios por estación de trabajo	118
Tabla N°40: Cálculo de la carga de trabajo y capacidad de producción real	121
Tabla N°41: Separadores de placas de diferentes espesores	124
Tabla N°42: Valoración de la variable Severidad	125
Tabla N°43: Determinación del Potencial modo de falla y Potencial causa de falla	125
Tabla N°44: Valoración de la variable probabilidad de Ocurrencia	126
Tabla N°45: Determinación del modo de detección	126
Tabla N°46: Valoración de la variable probabilidad de no ser detectado	127
Tabla N°47: Calculo de la probabilidad media de falla (RPN)	127
Tabla N°48: Ubicaciones de los materiales	133
Tabla N°49: Capacitaciones a operadores del puesto de encajonado	134
Tabla N°50: Tiempos observados en el puesto de encajonado	135
Tabla N°51: Número recomendado de ciclos	136
Tabla N°52: Tiempo observado y normal en el puesto de encajonado	137
Tabla N°53: Suplementos asignados para el puesto de encajonado	139
Tabla N°54: Tiempo estándar en el puesto de encajonado	139
Tabla N°55: Selección de estaciones de trabajo por criticidad	146
Tabla N°56: Resultados de las capacidades de producción después	148
Tabla N°57: Resultado de la Eficiencia de la línea de ensamble después	149
Tabla N°58: Resultado de las Horas hombre teórico después	150
Tabla N°59: Resultado de las Horas hombre real después	151
Tabla N°60: Resultado de la productividad después	152
Tabla N°61: Resultados de productividad antes y después	154
Tabla N°62: Análisis de datos de la Hipótesis General	155
Tabla N°63: Prueba de Shapiro-Wilk de la Hipótesis General	155
Tabla N°64: Prueba de T-Student (Contrastación de la hipótesis general)	156
Tabla N°65: Análisis del P-Valor de la Hipótesis General	157
Tabla N°66: Resultados de la Capacidad de Producción antes y después	158
Tabla N°67: Análisis de datos de la Hipótesis Específica N°1	159
Tabla N°68: Prueba de Shapiro-Wilk de la Hipótesis Específica N°1	160
Tabla N°69: Estadísticos descriptivos de la Hipótesis Específica N°1	161
Tabla N°70: Análisis del P-Valor de la Hipótesis Específica N°1	162
Tabla N°71: Resultados de la eficiencia de la línea antes y después	163
Tabla N°72: Análisis de datos de la Hipótesis Específica N°2	164
Tabla N°73: Prueba de Shapiro-Wilk de la Hipótesis Específica N°2	164
Tabla N°74: Estadísticos Descriptivos de la Hipótesis Específica N°2	165
Tabla N°75: Analisis del P-Valor de la Hipótesis Específica N°2	166

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Eficiencia de líneas para fabricar baterías Automotrices (Julio-septiembre 2018).	4
Figura N°2: Diagrama de Ishikawa de la baja productividad en la línea de ensamble.	4
Figura N°3: Parámetros del indicador OEE.	7
Figura N°4: Eficiencia en la línea de ensamble de motocicletas en una planta guatemalteca.	12
Figura N°5: Balanceo de línea de cocinas encimeras y cónicas de la empresa ecuatoriana de artefactos ECASA.	13
Figura N°6: Tiempos de ciclo de producción Línea Busstar 360 de la empresa Busscar. de Colombia SAS.	14
Figura N°7: Disminución del número de operarios en la línea de ensamble de televisores Led.	15
Figura N°8: Incremento de la productividad en área de confección de la empresa. industrial Fashión E.I.R.L. – Lima-2017.	16
Figura N°9: Ciclo de estandarización.	17
Figura N°10: Secuencia del estudio de métodos.	18
Figura N°11: Etapas del estudio de métodos.	19
Figura N°12: Algoritmo de Harrington para el análisis de valor	20
Figura N°13: Análisis de valor agregado de los procesos.	21
Figura N°14: Etapas del estudio de tiempos.	22
Figura N°15: Requerimientos del estudio de tiempos.	22
Figura N°16: Número de ciclos recomendados por la General Electric Company.	24
Figura N°17: Tabla de asignación de suplementos.	26
Figura N°18: Diagrama de Ishikawa.	33
Figura N°19: Símbolos para elaborar el diagrama de proceso.	34
Figura N°20: Símbolos para elaborar el diagrama de flujo del proceso.	35
Figura N°21: Diagrama de desperdicio.	35
Figura N°22: Diagrama de Pareto en un puesto de trabajo.	36
Figura N°23: Diagrama de recorrido un grupo de operaciones del rifle Garand M1.	37
Figura N°24: Formato de AMEF.	38
Figura N°25: Cuadro de valoración AMEF.	38
Figura N°26: Matriz de criticidad	39
Figura N°27: Diagrama de precedencia para el ensamble de computadoras.	40
Figura N°28: Diagrama de Gantt de la elaboración de un documento de trabajo.	41
Figura N°29: Ciclo de mantenimiento SDCA.	53
Figura N°30: Línea de tiempo de la empresa.	55
Figura N°31: Valores corporativos.	56
Figura N°32: Bat.ff-13 pro 12vs 65ah nor.	56
Figura N°33: Diagrama de operaciones del proceso de la fabricación de baterías automotrices.	58
Figura N°34: Distribución de planta de la línea de Ensamble.	65

Figura N°35: Diagrama de Análisis del Proceso de Ensamble de batería seca, hoja N°1.	69
Figura N°36: Diagrama de Análisis del Proceso de Ensamble de batería seca, hoja N°2.	70
Figura N°37: Diagrama de Desperdicio Hoja N°1.	71
Figura N°38: Diagrama de Desperdicio Hoja N°2.	72
Figura N°39: Diagrama de Pareto de % improductividad por puesto de trabajo.	74
Figura N°40: Diagrama de Ishikawa de la improductividad en el puesto de encajonado.	74
Figura N°41: Diagrama de Recorrido de la Línea de Ensamble actual.	76
Figura N°42: Diagrama de Recorrido de la Línea de Ensamble Propuesto.	76
Figura N°43: Nivel de interés por área.	78
Figura N°44: Imagen de Cronómetro digital.	79
Figura N°45: Tablero de formato de tiempos.	80
Figura N°46: Tiempos observados por puesto de trabajo.	82
Figura N°47: Variación del TO y el TN.	85
Figura N°48: Relación del TS y Carga de trabajo.	90
Figura N°49: Relación de carga de trabajo y capacidad real.	94
Figura N°50: Tiempos estándar por puesto de trabajo.	107
Figura N°51: Mejora de la capacidad de producción real.	108
Figura N°52: Distribución actual de tiempos en la línea de ensamble.	114
Figura N°53: Distribución propuesta de tiempos en la línea de ensamble.	120
Figura N°54: Distribución propuesta de carga de trabajo real por puesto de trabajo.	121
Figura N°55: Diagrama de Operaciones Actual.	129
Figura N°56: Diagrama de Operaciones Propuesto.	130
Figura N°57: Diagrama de Análisis del Proceso Propuesto.	131
Figura N°58: Diagrama de Desperdicios Propuesto.	132
Figura N°59: Tiempos de ciclo observados por puesto de trabajo.	135
Figura N°60: Variación del Tiempo observado (TO) y el Tiempo normal (TN).	138
Figura N°61: Distribución de planta propuesto.	140
Figura N°62: Formato Lista de verificación del nuevo método de trabajo.	143
Figura N°63: Monitoreo en la estación de trabajo encajonado.	144
Figura N°64: Estructura de documentación de control.	145

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1: Monitoreo inicial para conocer la variabilidad de los tiempos de ciclo de la línea de ensamble	172
Anexo N°2: Fotos de movimientos innecesarios y disposición de los materiales	173
Anexo N°3: Matriz de consistencia	174
Anexo N°4: Población del estudio de investigación	175
Anexo N°5: Tabla de distribución Z con 95% de confiabilidad	189
Anexo N°6: Formato del Check list del nuevo método de trabajo	190
Anexo N°7: Monitoreo final para conocer la variabilidad de los tiempos de ciclo de la línea de ensamble	191
Anexo N°8: Formato de estudio de tiempos para 10 tomas observadas	192
Anexo N°9: Formato de calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal	193
Anexo N°10: Formato de asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo normal	194
Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo	195
Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo	210
Anexo N°13: Asignación de suplementos según Tabla OIT	225
Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo	226
Anexo N°15: Aplicación del Análisis de Modo y Efectos de Fallas aplicado al proceso	241
Anexo N°16: Descripción de actividades para balance de la línea de ensamble	242
Anexo N°17: Diagrama de precedencias de actividades para el balance de línea	243
Anexo N°18: Ordenamiento y leyenda de las actividades por estación de trabajo	244
Anexo N°19: Diagrama de precedencias de actividades asignando las estaciones de trabajo	245
Anexo N°20: Descripción del nuevo método de trabajo	246
Anexo N°21: Formato de capacitación del nuevo método de trabajo	247
Anexo N°22: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado al nuevo método de trabajo	248
Anexo N°23: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado al nuevo método de trabajo	251
Anexo N°24: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado al nuevo método de trabajo	254
Anexo N°25: Diagrama de Gantt de los documentos de procesos a implementar en la línea de ensamble	257
Anexo N°26: Documentos de procesos aplicado a las estaciones de trabajo críticas	258

## RESUMEN

En la actualidad las empresas manufactureras buscan incrementar su productividad para lo cual hoy se usan herramientas y métodos que nos permiten alcanzar dicho objetivo, siendo la estandarización de procesos una herramienta que nos garantiza alcanzar una capacidad de producción estable y obtener un incremento en la eficiencia aplicado a líneas de fabricación. El presente trabajo de investigación desarrolla la estandarización de procesos para mejorar la productividad en una línea de ensamble de una empresa fabricante de baterías automotrices, el cual se desarrolló siguiendo una serie de etapas como es el ciclo de estandarización o ciclo SDCA.

El ciclo de estandarización aplicado a la línea de ensamble consiste de las siguientes etapas: la estandarización aplicada a un método de trabajo, la implementación del método estándar, la verificación del cumplimiento del método estándar y la documentación estándar, seguida de capacitaciones y retroalimentación del método estándar; logrando un incremento de la capacidad de producción y la eficiencia, con el fin de mejorar la productividad de la línea de ensamble. Dentro del desarrollo del ciclo de estandarización se aplicaron las herramientas de estudio de métodos y tiempos y balance de línea, obteniendo como resultados un incremento en volumen de producción y la reducción del recurso horas hombre, con el objetivo de aumentar la productividad en la línea de ensamble.

**Palabras claves:** baterías automotrices, cuello de botella, horas hombres, estudio de métodos y tiempos, balance de línea, capacidad de producción, eficiencia, productividad, estandarización y ciclo SDCA.

## **ABSTRACT**

At present, manufacturing companies seek to increase their productivity for what tools and methods are used today that allow us to achieve this objective, being the standardization of processes a tool that guarantees us to reach a stable production capacity and obtain an increase in efficiency Applied to manufacturing lines. This research work develops the standardization of processes to improve productivity in an assembly line of a manufacturer of automotive batteries, which must follow a series of stages such as the standardization cycle or SDCA cycle.

The standardization cycle applied to the assembly line consists of the following stages: the standardization applied to a working method, the implementation of the standard method, the verification of compliance with the standard method and the standard documentation, followed by training and feedback of the method standard; achieving an increase in production capacity and efficiency, in order to improve the productivity of the assembly line. Within the development of the standardization cycle, the tools for the study of methods and times and line balance were applied, obtaining as a result an increase in production volume and the reduction of the man hours resource, with the objective of increasing productivity in the line of assembly.

**Keywords:** automotive batteries, bottlenecks, men's hours, study of methods and times, line balance, production capacity, efficiency, productivity, standardization and SDCA cycle.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio a la línea de ensamble de baterías automotrices para mejorar su productividad, debido que la línea presentaba tiempos de ciclo inestables, lo cual generaba pérdida de eficiencia de horas hombre y una baja capacidad de producción.

Para resolver la baja productividad, se implementó la estandarización de procesos en la línea de ensamble, desarrollándose en los siguientes capítulos:

Capítulo I Planteamiento del problema: En este capítulo se describe la baja productividad de la línea, la cual se obtuvo a través del indicador EGE y del análisis de causas, utilizando el diagrama de Ishikawa, en el análisis se detallaron las causas que generaban una baja productividad y se plantearon soluciones para cada causa, estas soluciones forman parte de la estandarización de procesos. Luego de especificar el problema de tener una baja productividad se formularon los problemas generales y específicos para luego ser planteados como objetivos. Finalmente se delimitó el alcance de la estandarización, así como su importancia y justificación para su desarrollo.

Capítulo II Marco teórico: Para el desarrollo de este capítulo primero se investigaron tesis relacionadas con las variables de estudio, luego se realizó una investigación de teorías relacionadas a las variables de estudio y herramientas administrativa utilizadas en las variables, por otro lado se identificaron términos básicos que fueron definidos teóricamente, luego se plantearon hipótesis a partir de los objetivos y problemas formulados y por último, se definieron las variables de estudio y estas fueron mostradas en una matriz que contiene indicadores para cada variable.

Capítulo III Metodología de la investigación: Luego de conocer las variables de investigación se determinaron las características de la investigación: Tipo, nivel y diseño de la investigación. Luego se definió la población del estudio que fueron los modelos de baterías automotrices que se fabricaron durante el periodo desde julio 2018 hasta setiembre 2018, con esta población se calculó la muestra por el método de estratificación probabilístico. Por último, se describieron la técnicas, instrumentos y procedimientos que permitieron la recolección de datos durante el periodo de la investigación, para luego ser procesadas y analizadas con los softwares Ms Excel y SPSS.

Capítulo IV Situación actual de la empresa: En este capítulo se describieron características importantes de la empresa y se describió el proceso actual de línea ensamble mediante herramientas de ingeniería. Luego de conocer la situación actual de la empresa se procedió a realizar un diagnóstico del proceso de ensamble mediante la aplicación del estudio de métodos y tiempos con el fin de obtener los tiempos estándares antes de implementar la estandarización. Por último, se obtuvieron resultados de la muestra obtenida después de aplicar el diagnóstico.

Capítulo V Desarrollo de presentación y análisis de resultados: En este capítulo se desarrolla el ciclo de la estandarización o ciclo SDCA, siguiendo las etapas correspondientes: Estandarizar (S), Implementar el estándar (D), Verificar (C) y Documentación estándar, seguida de capacitaciones y retroalimentación que forman parte del Actuar (A). Luego de aplicar el ciclo de estandarización o ciclo SDCA procedimos a mostrar los resultados de la muestra. Por último, se procedió a realizar la validación de las hipótesis planteadas en el capítulo II.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

### 1.1.1 Descripción del problema

La empresa fabricante de baterías automotrices es una de las primeras empresas dedicadas a la fabricación y comercialización de acumuladores eléctricos de América latina, que busca generar el más alto nivel de satisfacción en sus clientes con marcas, productos y servicios innovadores. Actualmente la empresa viene creciendo físicamente en el número de operadores que integran la mano de obra para la fabricación de una batería automotriz. Este incremento en el recurso de mano de obra viene ocurriendo desde el año 2018 hasta inicios del año 2019, con el fin de incrementar su capacidad de producción y obtener una mejor productividad en la empresa. Sin embargo, dentro de los indicadores que la empresa viene controlando, no tiene un indicador propio de productividad; pero si presenta un indicador principal que refleja la productividad para ellos, el cual se viene desempeñando desde el año 2018, este indicador impacta directamente en la gestión operativa y por ende a nivel gerencial de la empresa; además, este indicador mide y muestra resultados de eficiencia para la fabricación de baterías automotrices, este indicador es la Eficiencia General de los Equipos o también llamada EGE, la cual es la traducción del indicador OEE (Overall Equipment Efficient).

Según Fuster D. (2019) “El OEE o Eficiencia General de los Equipos, consiste en una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial y nos da las claves sobre cómo calcular la productividad. El EGE se ha convertido en la actualidad en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo” (p.3).

Además “Si una empresa tiene una baja productividad y queremos conocer cómo calcular la productividad real de líneas y máquinas, debemos atender a tres factores fundamentales de la Producción: disponibilidad, rendimiento y calidad”, los cuales son los factores del EGE.

Por lo tanto, el indicador EGE es gestionado para cada línea de fabricación que tiene la empresa. A continuación, podemos observar en la Figura N°1,

información del tercer trimestre del año 2018 (De julio a septiembre 2018), el cual fue el periodo en que se tuvo información clara y organizada del indicador EGE.

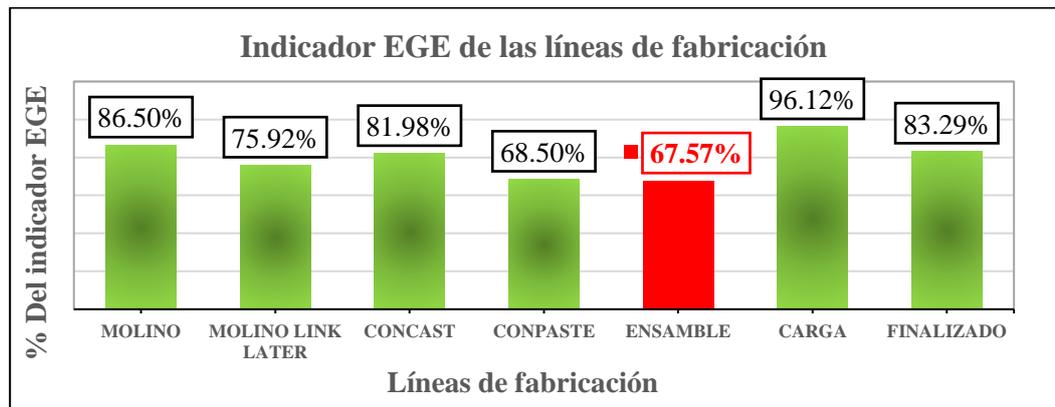


Figura N°1: Eficiencia de líneas para fabricar baterías Automotrices (Julio-septiembre 2018).

Fuente: Elaborado por el área de ingeniería de la empresa fabricante de baterías automotrices.

En la Figura N°1, se puede observar que la empresa tenía una baja productividad en la línea de ensamble, debido a que, se conoció el indicador EGE de cada línea de fabricación y se obtuvo como menor EGE, un 65.76% en la línea de ensamble. Entonces, para definir las causas de tener una baja productividad en la línea de ensamble se realizó un análisis de causas mediante la herramienta del diagrama de Ishikawa, el cual se puede observar en la Figura N°2.

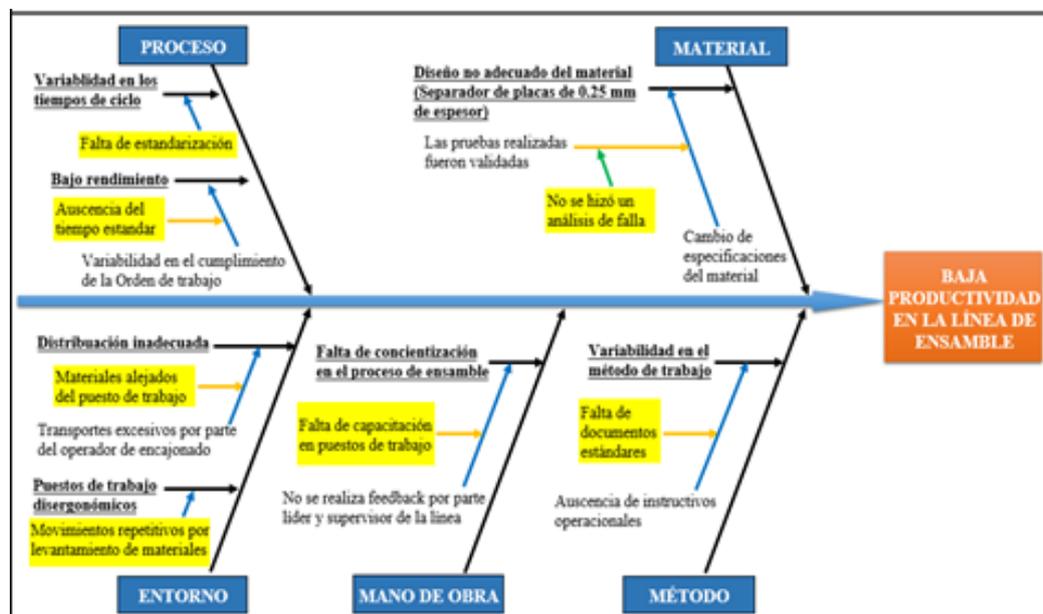


Figura N°2: Diagrama de Ishikawa de la baja productividad en la línea de ensamble.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°2, se obtuvieron las siguientes causas raíces:

a. Según el material, se observó que el separador de placas de 0.25mm de espesor no es el adecuado para ciertos modelos de baterías, debido a que en el puesto de encajonado el operador tenía problemas en la operación de colocar los grupos de placas soldadas a las celdas de la caja de la batería. Este esfuerzo por parte del operador genera aplicar una actividad de acomodar los grupos de placas dentro de la caja, la cual lleva a incrementar el tiempo de ciclo en ese puesto de trabajo. Sin embargo, años atrás la línea no tenían problemas en las operaciones que se daban en dicho puesto de trabajo, debido a que, el espesor que se usaba antes era de 0.20 mm, y este no generaba esfuerzo e incremento de tiempo en el puesto de encajonado. Todo sucedió cuando se cambió las especificaciones del separador de placas, al pasar de un espesor de 0.20 a 0.25mm. Este cambio de especificación fue aprobado por el líder y el supervisor de producción, los cuales hicieron pruebas antes de aprobar el cambio de especificación, estas pruebas fueron realizadas con cajas de otros modelos, donde estas cajas tenían celdas de mayor longitud en la cual entraban grupos de todos los números de placas que se realizaban en la línea. Sin embargo, estas pruebas no fueron aplicadas a algunos modelos que tenían las celdas de las cajas de menor longitud. Además, luego de realizar las pruebas con el separador de placas de 0.25mm de espesor, tampoco se realizó un análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) que podría haber saltado a luz este gran problema que se tiene actualmente. Entonces, la consecuencia de haber cambiado el espesor, generó el incremento del tiempo de encajando, lo cual originó que dicho puesto pase a ser el puesto cuello de botella para la línea de ensamble, este nuevo tiempo cuello de botella generó una nueva capacidad de producción; por tal razón, es necesario aplicar el estudio de métodos y tiempos para primero conocer el tiempo estándar o cuello de botella de la línea de ensamble y realizar mejoras al puesto de trabajo que permitan mejorar la capacidad de producción.

b. Según el proceso, se observó variabilidad de los tiempos de ciclo en la línea de ensamble, la cual fue evaluada por medio un monitoreo que se realizó en la línea, este monitoreo fue realizado al principio del estudio de métodos y tiempos, además el monitoreo fue realizado por un periodo de 2 horas, este monitoreo se puede observar en el Anexo N°1. Por otro lado, el monitoreo de ciclos continuos mostró los problemas de rendimiento que tenía la línea de ensamble, debido a que no se tenía el tiempo estándar de fabricación de un batería automotriz. Por lo tanto, el área de planificación y control de la producción realizaba la programación con

tiempos de ciclo que no se cumplían en la planta, esta variabilidad de los tiempos de ciclo también se reflejaba en la eficiencia de la línea. Por tal razón, es conveniente aplicar el estudio de métodos y tiempos con el fin de obtener los tiempos estándar y la capacidad de producción, para transferir esta información al área de planificación y control de la producción.

c. Según el entorno, se observó una distribución inadecuada de los materiales, debido a que era notoria los transportes y desplazamientos que realizaba el operador de encajonado para dejar acondicionado las cajas en su puesto de trabajo. Por lo que, las cajas que estaban apiladas encima de parihuelas, estas eran traídas por los montacargas hasta el puesto de trabajo, estas parihuelas eran ubicadas en zonas alejadas del puesto de encajonado. Por otro lado, también se observaron puestos de trabajo disergonómicos, especialmente en el puesto de encajonado, donde se observaron movimientos repetitivos por levantamiento y desplazamiento de cajas que realizaba el operador del puesto de encajonado. Estas observaciones detalladas, se pueden apreciar en el Anexo N°2. Por tal razón, es necesario primero conocer las cargas de trabajo para cada puesto de trabajo, con el fin de conocer sus movimientos necesarios e innecesarios que realiza el operador en su puesto de trabajo y así poder equilibrar las cargas de trabajo de los puestos de la línea. Para ello, se debe aplicar el balance de línea para mejorar la eficiencia de la línea de ensamble.

d. Según la mano de obra, se observó un desconocimiento en el proceso de ensamble, donde mediante una observación directa y preguntas que se realizaban a los operadores de cada puesto de trabajo, se vio que el operador de cada puesto de trabajo realizaba su labor para cumplir solo su trabajo, sin conocer lo crítico en el proceso de ensamble de una batería automotriz, por lo que se notaba en ciertas ocasiones que el operador realizaba sus labores de mala manera y solo para cumplir sus actividades. Se confirmó que no se realizaba retroalimentación (feedback) sobre los métodos de trabajo que se realizaban. Por lo tanto, esto se daba por que no había capacitación en los puestos de trabajo. Esta falta de capacitación generaba una baja productividad en la línea de ensamble. Por tal razón, para realizar capacitación a la línea de ensamble, primero debemos de obtener documentos estándar de los puestos de trabajo a capacitar, estos documentos son resultados obtenidos luego de haber aplicado la estandarización

de procesos que tiene como finalidad mejorar la productividad de la línea de ensamble.

e. Según el método, se observó que, en los puestos de trabajo de mayor complejidad, en donde uno de ellos es el puesto de encajonado tenía una variabilidad en el método de trabajo según el operador que realizaba la operación de encajonar. Esta variabilidad se daba debido a que en los puestos de trabajo no había instructivos de trabajo que representan las actividades a realizar en los puestos de trabajo. Por ende, la falta de documentación estándar como es el caso del instructivo de trabajo y la capacitación y retroalimentación de estos documentos ocasionaban una variabilidad en el método de trabajo y esto generaba una baja productividad en la línea de ensamble. Por ende, se vio necesario aplicar la estandarización de procesos, que consiste en generar documentos estándar aplicado a los métodos de trabajo, con el fin de mejorar la productividad en la línea de ensamble.

Luego de conocer las causas de tener una baja productividad y plantear las soluciones propuestas debemos de conocer que parámetro del indicador EGE se plantea mejorar.

Según Fuster D. (2019) “La ventaja del indicador EGE es que engloba en un único indicador los parámetros fundamentales de la producción industrial: Disponibilidad, Eficiencia y Calidad. A través del análisis de estos tres parámetros podemos saber si lo que falta hasta el 100% de Productividad es por Disponibilidad, Rendimiento o por Calidad” (p.6).

Entonces para analizar que parámetro debemos mejorar, se realizó la Figura N°3.

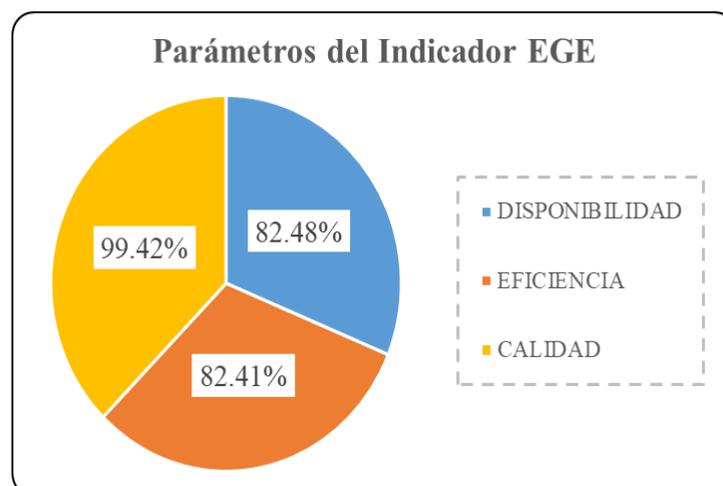


Figura N°3: Parámetros del indicador OEE.  
Fuente: Elaboración propia.

Como se ha podido mencionar en la explicación del diagrama de Ishikawa (Figura N°2), y en el análisis del parámetro a mejorar (Figura N°3), hemos podido notar que, las soluciones planteadas a desarrollar, serán para mejorar el rendimiento del indicador EGE y por ende mejoraría la productividad. Las herramientas que planteamos como soluciones son las siguientes: la aplicación del estudio de métodos y tiempos que tiene como finalidad mejorar la capacidad de producción, la aplicación del balance de línea para mejorar la eficiencia de la línea de ensamble. Estas dos aplicaciones, son herramientas para implementar la estandarización de procesos; la cual pertenece al ciclo de estandarización o ciclo SDCA.

La aplicación de estas herramientas da como resultado el método estándar, tiempo estándar y la documentación estándar; por su parte, la aplicación del balance de línea tiene como resultado llegar a un equilibrio de cargas de trabajo, donde este equilibrio lleva a alcanzar un estándar para cada carga de trabajo; para luego conocer las estaciones de trabajo formadas y finalmente realizar la documentación estándar, seguida de capacitaciones y retroalimentación al personal de la línea de ensamble.

### 1.1.2 Formulación del problema

#### 1.1.2.1 Problema general

¿En qué medida la estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble?

#### 1.1.2.2 Problemas específicos

a) ¿En qué medida el estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción?

b) ¿En qué medida el balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble?

### 1.2 Objetivo general y específico

#### 1.2.1 Objetivo General

Cuantificar en qué medida la estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble.

#### 1.2.2 Objetivos Específicos

a) Cuantificar en qué medida el estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción.

- b) Cuantificar en qué medida el balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.

La formulación del problema, es decir el problema general y los problemas específicos; y, por otro lado, el objetivo general y objetivos específicos se puede observar en el Anexo N°3.

### 1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática

Según Sánchez H. , Reyes C. , y Mejía K. (2018) definen la delimitación de la investigación como:

Parte del plan o proyecto de investigación en la que se especifica y precisa los alcances del mismo a partir de la unidad de estudio, del conocimiento anterior, del estado del arte y hasta de los recursos disponibles; la delimitación puede comprender inclusive los límites geográficos del estudio, el periodo de la investigación y el conocimiento o conceptos (p.44).

#### 1.3.1 Espacial

La presente investigación se realizó en la empresa fabricante de baterías automotrices, ubicada en la Ciudad de Lima, distrito de Independencia.

#### 1.3.2 Temporal

El periodo de la investigación se realizó desde julio del 2018 hasta agosto del 2019.

#### 1.3.3 Conceptual o temática

La aplicación de la estandarización de procesos mejoró la productividad de la línea de ensamble de una empresa fabricante de baterías automotrices, donde se desarrolló el ciclo de la estandarización o ciclo SDCA, mediante la aplicación del estudio métodos y tiempos, balance de línea, hasta la obtención de documentos estándar seguidas de capacitaciones y retroalimentación dirigida al personal de la línea de ensamble.

### 1.4 Justificación e importancia

Según Sánchez H. , Reyes C. , y Mejía K. (2018) mencionan que, la justificación de la investigación está “Referido a la importancia y fundamentación de una investigación es decir responde a la pregunta por qué y para qué se investiga. Puede

haber una justificación normativa o social, justificación práctica o justificación teórica” (p.84).

#### 1.4.1 Justificación

##### 1.4.1.1 Teórica

La aplicación de la estandarización de procesos en la presente investigación consiste en desarrollar primero el estudio de métodos y tiempos en dos ocasiones, con el fin de que, en la primera aplicación del estudio de métodos y tiempos se obtuvo el tiempo estándar antes y este nos sirvió de diagnóstico para poder realizar mejoras correspondientes, la segunda aplicación del estudio de métodos y tiempos se basó en aplicar dicho estudio a la mejora realizada. Por otro lado, la estandarización de procesos también comprende la aplicación del balance de línea, debido a que, con dicha aplicación, obtuvimos un equilibrio en la carga de trabajo de cada puesto y reducimos el número de estaciones de trabajo. Para realizar la mejora se implementaron ambas aplicaciones. Finalmente, luego de la aplicación de las mejoras mencionadas, se tuvo que realizar la documentación estándar, seguida de capacitaciones y retroalimentación que fueron establecidas en un cronograma de implementación. Todas estas etapas mencionadas anteriormente fueron desarrolladas dentro del ciclo de estandarización o ciclo SDCA.

##### 1.4.1.2 Practica

El propósito de la investigación es demostrar que la aplicación de la estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble, para que otras empresas, pymes o grandes corporaciones, que necesiten mejorar su productividad; empiecen a desarrollar la estandarización de procesos aplicado a las líneas de fabricación de cada empresa.

##### 1.4.1.3 Social

Se busca incrementar la productividad de la línea de ensamble mediante la estandarización de procesos, el cual va ser reflejado en mejorar las condiciones de trabajo de los operadores como: la ergonomía en los puestos de trabajo, la distribución de los materiales y herramientas en los puestos de trabajo y un área de trabajo señalizado y organizado. Por otro lado, la estandarización de procesos permitirá conocer los recursos necesarios en la línea de ensamble para reducir las horas hombres involucradas en la fabricación de una batería automotriz.

#### 1.4.2 Importancia

La aplicación de la estandarización de procesos en la línea de ensamble es importante debido a que, la estandarización es un proceso que mantiene las mismas condiciones y produce los mismos resultados; entonces, si se desea obtener resultados consistentes es necesario estandarizar las condiciones de trabajo incluyendo: materiales, métodos de trabajo y habilidades de la gente. Lo importante es llevar a cabo la estandarización de una manera adecuada a las necesidades de la empresa, es decir, conociendo la situación económica de la empresa. Las empresas de todos los tamaños deben ejecutar estandarización de procesos en su operación, si es que aspiran a un crecimiento sano. No importa el tiempo que tengan de existir en el mercado, todas necesitan tener un orden y una homologación de sus procesos. En la presente investigación primero se estabilizó las condiciones que fueron actuales, luego se aplicó una mejora en el método de trabajo del puesto que fue cuello de botella, para finalmente estandarizar las condiciones que fueron establecidas en dicha mejora y conseguir una estabilización de estas nuevas condiciones de trabajo aplicadas a la línea de ensamble. Este procedimiento refuerza la aplicación del ciclo de estandarización o ciclo SDCA.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio de investigación

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Córdova C. (2014) en su tesis de grado se concluye que, con la estandarización de procesos de la línea de ensamble se obtiene una productividad de mano de obra de 1.0147 unidades por hora/hombre. Esto quiere decir que la productividad de mano de obra aumento en un 13.63% y la producción aumento en un 33.31% de unidades producidas. Por lo que, con la reducción de los tiempos muertos se logró aumentar la productividad de mano de obra, con estos resultados podemos asegurar con el nuevo método de la línea de ensamble se puede mejorar la productividad de mano de obra de los niveles de producción. En la Figura N°4 se muestra la eficiencia de los modelos más significativos de la línea de ensamble de motocicletas (p. 12).

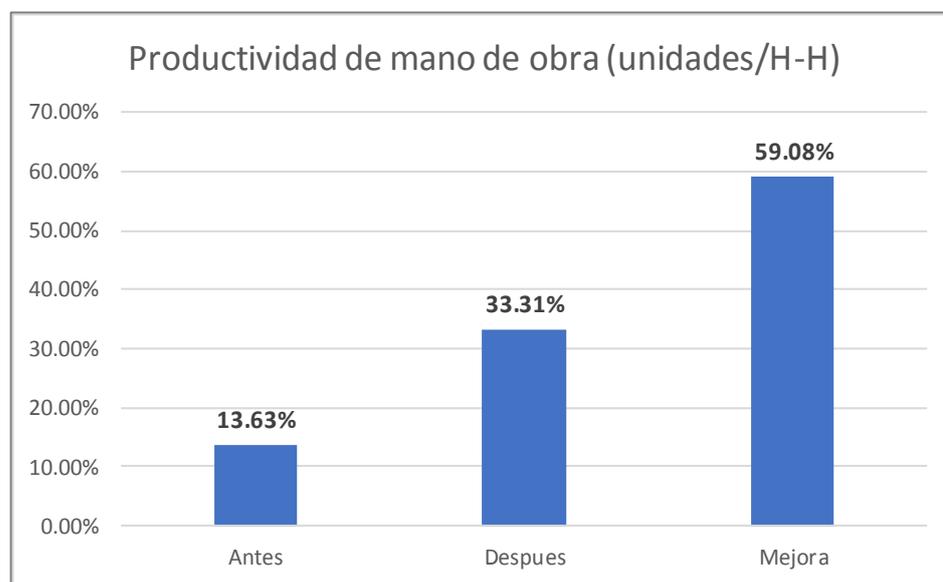


Figura N°4: Eficiencia en la línea de ensamble de motocicletas en una planta guatemalteca.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de la tesis “Propuesta de mejora del método de ensamble de motocicletas en una planta de producción guatemalteca”, Cordova (2014).

Garzón C. (2016), en su planteo realizar un rediseño de la línea de producción de cocinas de inducción y encimeras para mejorar su productividad y optimizar los recursos para cumplir con la demanda actual. Llego a la conclusión de evaluar detalladamente los cuellos de botellas y las estaciones de trabajo que presentan demoras o que no generen valor a la empresa. Siendo un incremento en los porcentajes de balanceo de las líneas, de 31% a 42% en la línea de encimeras y de 30% a 37% en la línea de cocinas. (p. 93). En la Figura N°5 se muestra el porcentaje de balanceo de líneas en la planta 1.

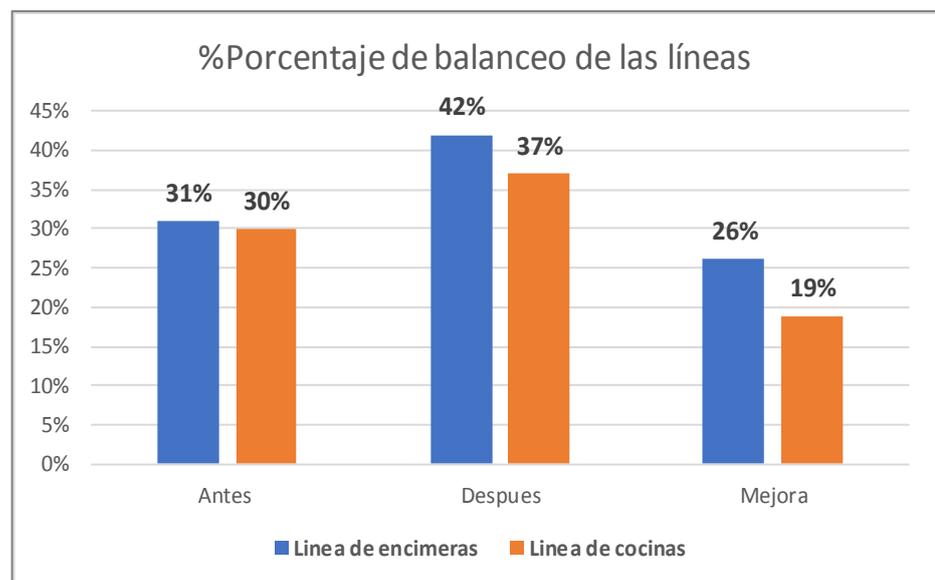


Figura N°5: Balanceo de línea de cocinas encimeras y cónicas de la empresa ecuatoriana de artefactos ECASA.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de la tesis “Rediseño y mejoramiento de la línea de ensamble de cocinas de inducción en la empresa ecuatoriana de artefactos (ECASA)”, Garzón (2016).

Ramírez J. (2018), en su tesis titulada plantea como objetivo equilibrar las cargas de trabajo en los puestos de trabajo, identificar los cuellos de botellas y determinar la cantidad de mano de obra requerida en la línea de ensamble de carrocerías de la empresa Busscar de Colombia SAS .El autor concluye la implementación del balance de línea tiene un impacto satisfactorio. Es su implementación se obtuvieron los siguientes resultados: Se redujo el tiempo de fabricación de carrocerías en 26 día en total respecto al año 2016, según la figura siguiente se muestra la disminución del tiempo del ciclo por mes después de la implementación

en el año 2017. (p. 76). En la Figura N°6, se observa la el porcentaje disminución del tiempo de fabricación de carrocerías por cada mes del año 2017 respecto al año 2016, cuando se equilibra la carga de trabajo en la línea de fabricación.

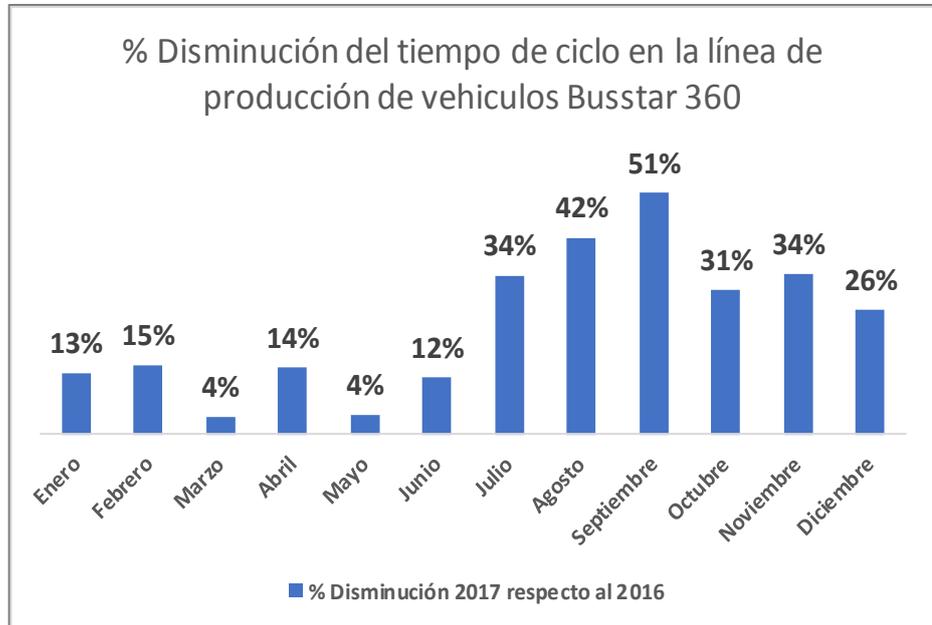


Figura N°6: Tiempos de ciclo de producción Línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de la tesis “Balance de línea para mejorar flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS”, Ramírez (2018).

León G. (2016), en su tesis titulada “Levantamiento de proceso, estudio de tiempos y balance de línea para un proceso de ensamble de televisores led” tiene como objetivo determinar la cantidad óptima de mano de obra según el requerimiento de producción. El autor utilizó como metodología de estudio el levantamiento del proceso y estándar de operaciones para identificar los principales procesos de ensamble. Donde se obtuvo una reducción 45% en mano de obra, es decir se redujo la mano de obra de 40 a 22 operarios en la línea de ensamble de televisores Led (p. 45), como se muestra en la Figura N°7.

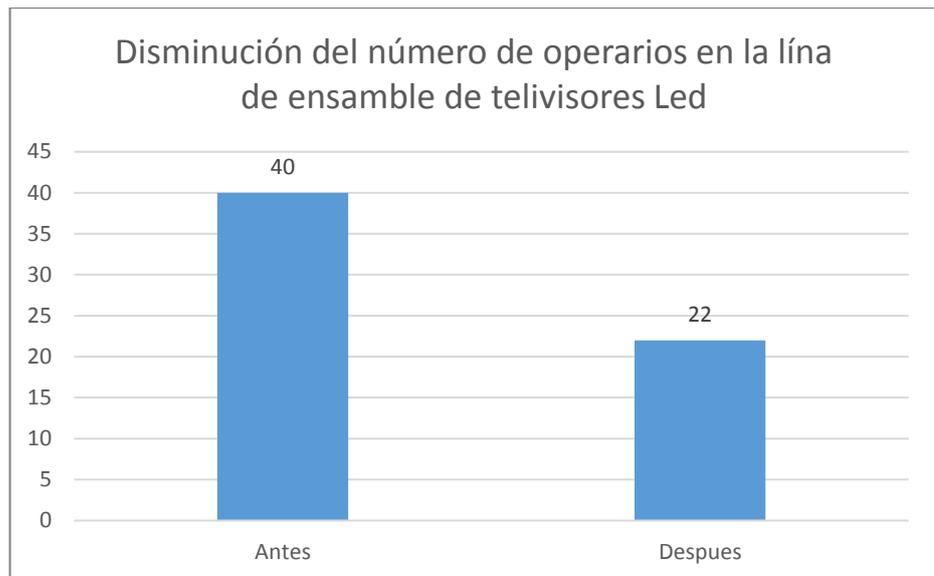


Figura N°7: Disminución del número de operarios en la línea de ensamble de televisores Led.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de la tesis “Levantamiento de proceso, estudio de tiempos y balance de línea para un proceso de ensamble de televisores led”, León G. (2016).

Villegas W. (2014) en su tesis de grado propone que, para alcanzar la productividad en el proceso de corte se logra mediante el estudio de trabajo y la mejora de procesos. Por otro lado, para disminuir los retrasos en el proceso se implementó un sistema documentario para controlar las funciones de trabajo, por esas causas había atrasos en el proceso. (p. 32)

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales

Benavides B. (2017) en su tesis concluye que, la mejora de la productividad en el área de confección en la empresa Industries Fashion E.I.R.L se debe a la aplicación del balance de línea, mediante el estudio aplicado se logró la reducción de tiempos y equilibrar la línea y mejorar la productividad en las estaciones de trabajo. Anteriormente se fabricaba 3895 polos camiseros el cuales se realizaban en 20.29 minutos como tiempo estándar por unidad por un periodo de 24 días logrando una producción de 3407 polos camiseros, el cual no cumplía la orden de trabajo obteniendo una productividad de 38%, con la implementación aplicada se logró producir 4005 polos camiseros en un tiempo de 24 días con un tiempo estándar de 17.26 minutos por unidad y obteniendo como resultado incremento de la productividad en 69%, a 81% el área de confección en la empresa

Industries Fashion I.E.R.L., De igual manera se llegó a cumplir la producción mensual planificada. (p. 114), en la Figura N°8 se muestra la productividad antes y después de la mejora.



Figura N°8: Incremento de la productividad en área de confección de la empresa industrial Fashion E.I.R.L. – Lima-2017.

Fuente: Benavides (2017). Obtenido de la tesis “Balance de línea para mejorar la productividad en el área de confección de la empresa industriales Fashion E.I.R.L - Lima”, p. 114.

Mercado A. (2017), En su tesis de concluye que, la estandarización de procesos mejora la productividad en un 50% el tiempo de envase y selección, además se incrementó en un 75% la productividad de sacos por hora. Se concluyó que la documentación facilita un adecuado de los procesos y apoyaba a una rápida gestión de la empresa. Para cumplir los procesos y optimizar los tiempos se elaboraron diagramas, fichas de control y manual de funciones, los cuales son herramientas de estandarización de procesos. (p. 20)

Olazo E. y Del Carmen G. (2018), En su tesis concluye que, después de implementar la propuesta de mejora del proceso de planchado y pintura en la empresa Autonort Cajamarca S.A.C la productividad se incrementó en 31% horas- hombres y la producción en 28%. (p. 34)

Calero R. (2017), En su tesis tiene el propósito de, identificar los beneficios de la estandarización de procesos en la fabricación de remolque. El autor al implementar la estandarización de procesos se obtiene una reducción de

23% en el tiempo de fabricación. Para la compra de planchas paso de 30 a 25 horas, para el armado del cuerpo de la cisterna paso de 30 a 24 horas, para el armado del chasis y puente paso de 30 20 horas. Por lo tanto, estandarización de procesos mejora la productividad. (p. 41)

## 2.2 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

### 2.2.1 Teorías vinculadas a las variables de estudio

#### **Variable independiente: Estandarización de procesos**

##### 2.2.1.1 Estandarización

Según La segunda revolución: Mejora continua (2019) define el control de procesos como “un proceso estandarizado para realizar alguna función. Debemos supervisar el proceso para asegurar que funciona como se pretende y reajustarlo para ponerlo en condiciones apropiadas si está fuera de las condiciones deseadas” (p.49).

Según Echeverría R. (2010) nos dice que, “para entender el ciclo de control hay que darle un sentido a la “S”, a la fijación de estándares, que no es fijar una referencia para el sistema, sino fijarla desde la identificación de una mejor práctica contrastada” (p.14). además, afirma que, “el ciclo SDCA lo único que propone es mantener el proceso. Por eso, definido el estándar (Standardize), se trata de aplicarlo (Do), controlar los resultados (Check), y ajustar el proceso al estándar (Act) si esos resultados no son los esperados” (p.17). En la Figura N°9 se observa el ciclo SDCA.

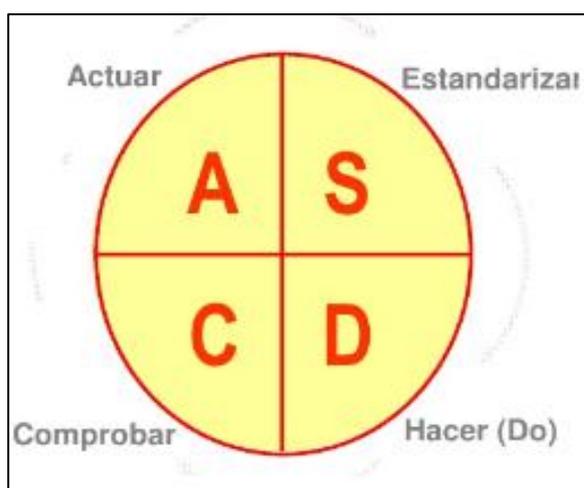


Figura N°9: Ciclo de estandarización.

Fuente: Masaaki (2011). Obtenido de “Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo”, p. 5.

Según Alzate F. ( 2012) define los pasos para la estandarización de la siguiente forma:

- a. Definir el método actual a estandarizar.
- b. Realizar el análisis del método actual comparando con el estándar o la norma establecida a implementar.
- c. Identificar las diferencias y realizar los ajustes al método, incluyendo la utilización de registros de control.
- d. Ensayar o probar el nuevo método.
- e. Documentar el método.
- f. Desplegarlo al personal.
- g. Aplicarlo.

#### 2.2.1.2 Estudio de métodos

De acuerdo con Kanawaty G. (1996) define el estudio métodos como “el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras” (p.77). En la Figura N°10, se muestra la secuencia básica para realizar el estudio de métodos.



Figura N°10: Secuencia del estudio de métodos.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Kanawaty G. (1996), Introducción al estudio del trabajo, p. 77.

Además, según Kanawaty G. (1996) nos dice que el estudio de métodos consiste en ocho fases, como se observa en la Figura N°11.



Figura N°11: Etapas del estudio de métodos.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Kanawaty G. (1996), Introducción al estudio del trabajo, p. 78.

### 2.2.1.3 Análisis de valor agregado

Según Lema S. y Chiluisa W. (2010) “el análisis de valor agregado es una herramienta administrativa, ya que permite alcanzar cada proceso y actividad, a fin de detectar todo aquellos elementos que causen distorsiones en el sistema sin agrega valor los productos o servicios que se brinden” (p.46).

Además Espinoza R. (2014) nos dice “el análisis del valor agregado de los procesos permitirá establecer que actividades generan valor agregado para el cliente (VAC), cuales generan valor agregado para el negocio (VAN) y cuales no agregan valor (NAV)” (p.43). En Figura N°12, se muestra el flujo para determinar que actividades agregan o no agregan valor al proceso o negocio.

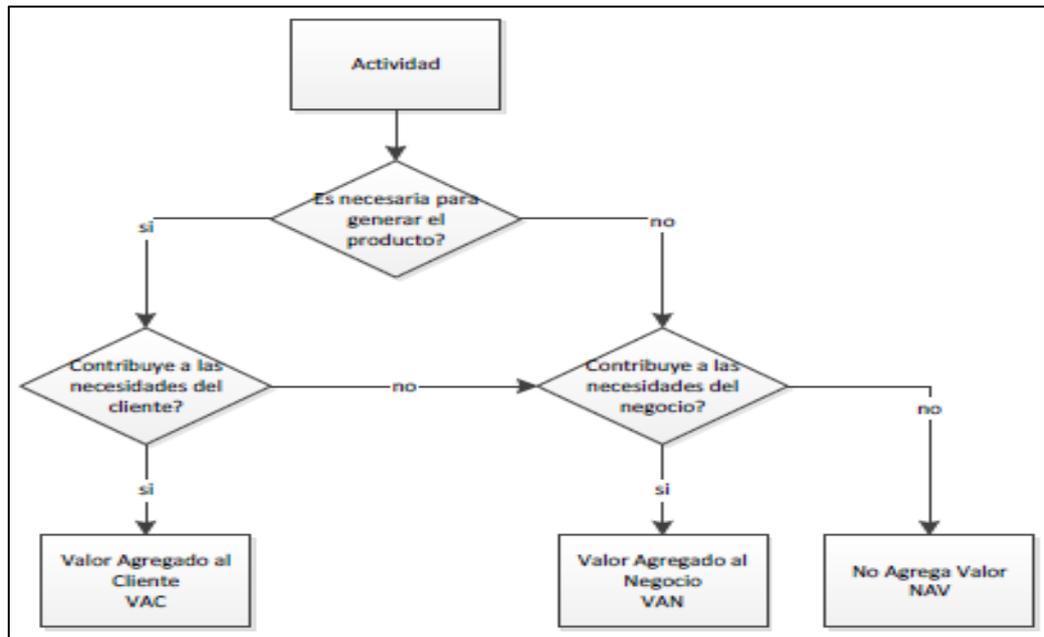


Figura N°12: Algoritmo de Harrington para el análisis de valor

Fuente: Espinoza R. (2014). Obtenido de Levantamiento y mejora de procesos en la empresa Car Shopping S.A. y automatización en base a BPM, p. 43.

Womack J. y Jones D. (2000) clasifican las actividades en tres categorías:

- a. Aquellas que realmente crean valor de acuerdo con la percepción del consumidor.
- b. Aquellas que no crean valor, pero que son actualmente necesarias para el desarrollo del producto, la gestión de pedidos o los sistemas de producción (muda tipo uno) y, por tanto, todavía no pueden eliminarse.
- c. Aquellas acciones que no crean valor según la percepción del consumidor (muda tipo dos) y, por tanto, pueden eliminarse inmediatamente. En cuanto esta tercera categoría se ha eliminado, ya no hay obstáculos para trabajar en los restantes pasos que no crean valor, por medio del uso del flujo, el pull y las técnicas de perfección que se describirán en los capítulos siguientes. (p.50).

Lema S. y Chiluisa W. (2010) define que, el cálculo de porcentaje de actividades que agregan valor, como el porcentaje de valor agregado (%VA), expresándose en la Fórmula N°1.

$$\%VA = \frac{(a + b)}{(a + b + c)} * 100 \quad (1)$$

Donde:

a: actividades que agregan valor (unidad).

b: actividades que no agregan valor, pero son necesarias (unidad).

c: actividades que no agregan valor (unidad).

%VA: valor agregado (%).

Por otro lado, Lema S. y Chiluisa W. (2010) define que, el cálculo de porcentaje de actividades sin valor agregado como el porcentaje improductividad, expresándose de la Fórmula N°2.

$$\%Improductividad = 1 - \%VA \quad (2)$$

Donde:

%VA: valor agregado (%).

%Improductividad: El complemento del valor agregado (%).

A modo de ejemplo del análisis de valor agregado Jaramillo M. y Salcedo J. (2005) en su investigación llegan a “determinar el valor agregado, identificar los fallos y el modo como ocurren, en los procesos de farmacia”(p. 102), que se presenta en la Figura N°13.

Proceso analizado	Número de actividades o pasos evaluados	Número de actividades o pasos que agregan valor	Número de actividades o pasos que no agregan valor
Selección de medicamentos	5	2(40%)	3(60%)
Dispensación de medicamentos por dosis unitaria	8	2(25%)	6(75%)
Elaboración de nutriciones parenterales, quimioterapéuticos	8	4(50%)	4(50%)
Elaboración de medicamentos para pediatría, neonatos, pisos, cirugía	8	4(50%)	4(50%)
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>12(41%)</b>	<b>17(59%)</b>

Figura N°13: Análisis de valor agregado de los procesos.

Fuente: Jaramillo M. y Salcedo J. (2005). Obtenido de la revista Estudios gerenciales, p. 109.

#### 2.2.1.4 Estudio de tiempos

Kanawaty G. (1996) define al estudio de tiempo como “la medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”(p.252) .Siguiendo a Kanawaty G. (1996) define las “etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo” (p.255), la cual se aprecia en la siguiente Figura N°14.

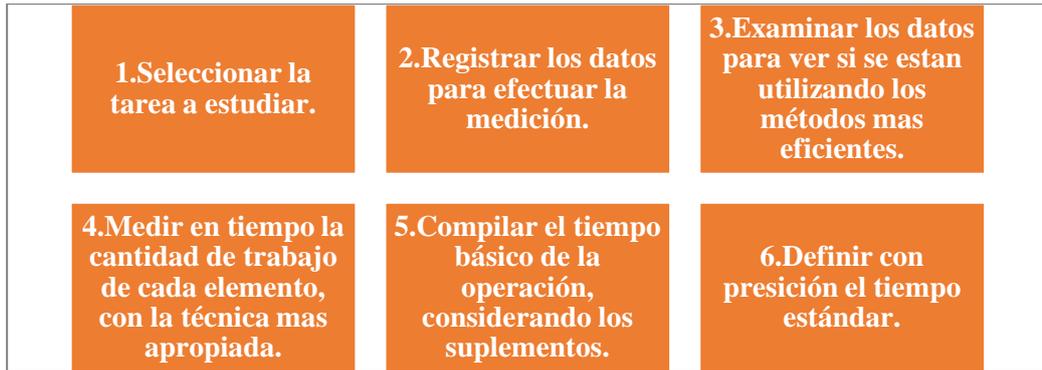


Figura N°14: Etapas del estudio de tiempos.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Kanawaty G. (1996), Introducción al estudio del trabajo, p. 255.

#### 2.2.1.4.1 Requerimientos para la aplicación del estudio de tiempos

Antes de iniciar un estudio de tiempos se deben cumplir ciertos requisitos fundamentales, en tal sentido Niebel B. y Freivalds A. (2014), señala cuales son las responsabilidades en la Figura N°15.

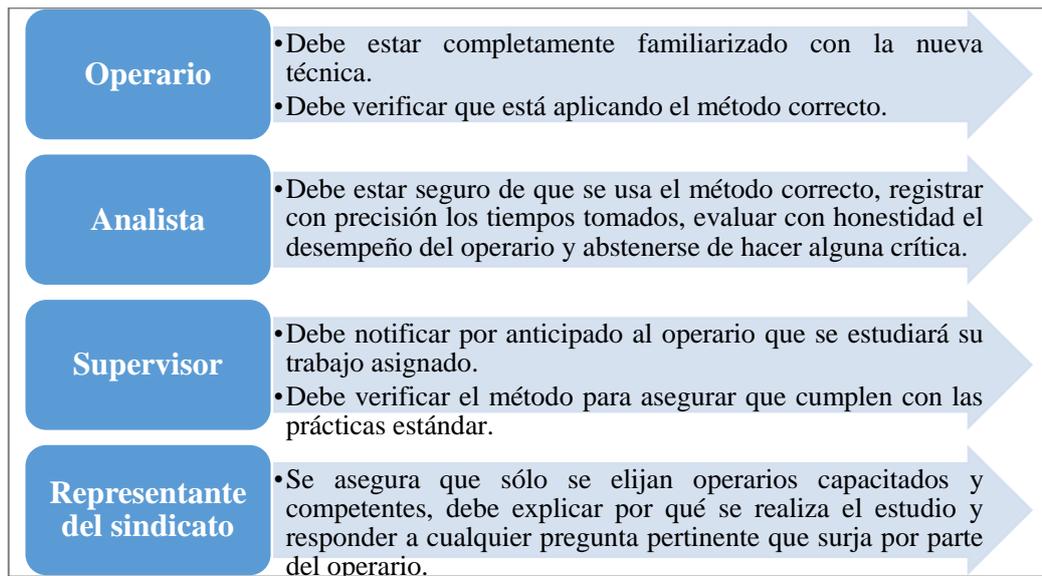


Figura N°15: Requerimientos del estudio de tiempos.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Niebel B. y Freivalds A. (2014), Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, p.308.

Niebel B. y Freivalds A. (2014) afirma que “El equipo mínimo requerido para realizar un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, un tablero de estudio de tiempos, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo” (p.309).

En la Tabla N°1, se muestra los requisitos básicos para hacer un estudio de tiempo.

Tabla N°1: Requisitos para el estudio de tiempos.

Elemento	Definición
Cronómetro digital	En la actualidad existen dos tipos de cronómetros: electrónico y minuterio decimal.
Cámara de video grabación	Niebel (2014) define “Las cámaras de videograbación son ideales para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido” (p.310).
Tablero de estudio de tiempos	Niebel (2014) nos dice que “Los analistas encuentran conveniente tener un tablero adecuado para sostener el estudio de tiempos y el cronómetro (p.310)

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.2.1.4.2 Procedimiento del estudio de tiempos

Según Niebel B. y Freivalds A. (2014), el procedimiento del estudio de tiempos consiste básicamente en:

Mantener separados los elementos manuales y los de máquina, puesto que los tiempos de máquina se ven menos afectados por las calificaciones.

De la misma forma, separar los elementos constantes (aquellos elementos para los que el tiempo no se desvía dentro de un intervalo especificado de trabajo) de los elementos variables (los elementos para los que el tiempo varía dentro de un intervalo de trabajo especificado).

Cuando un elemento se repite, no se incluye una segunda descripción. En vez de esto, se da el número de identificación que se usó cuando el elemento ocurrió por primera vez, en el espacio proporcionado para la descripción del elemento.  
(p 315)

El procedimiento del estudio de tiempos a desarrollar fue el siguiente:

a) Cronometraje de los ciclos por puesto de trabajo

Básicamente existe dos técnicas de cronometraje, qué son los siguientes:

a.1) Método de regresos a cero:

“En este caso el cronometro es pone en marcha al comenzar el estudio y se deja correr hasta el final” (Noriega M. & Díaz B., 2000, p.113).

a.2) Método continuo:

“En este caso para el análisis de los tiempos debe fijarse el punto de inicio y finalización de la actividad en estudio” (Noriega M. & Díaz B., 2000, p.110).

b) Numero de ciclos de trabajo

Niebel B. y Freivalds A. (2014), define el número de ciclos como el “total de movimientos y eventos que comprende una sola operación” (p.515). Además, menciona que “la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se pueden estudiar” (p.319). Entonces para el cálculo del número de ciclos recomendados para un puesto de trabajo se utiliza la tabla General Electric Company, que se muestra en la Figura N°16.

Tiempo de 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 más	3

Figura N°16: Número de ciclos recomendados por la General Electric Company.

Fuente: Niebel B. y Freivalds A. (2014), Obtenido de Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, p.308.

c) Calificación del operario en su puesto de trabajo

Niebel B. y Freivalds A. (2014), sostiene que el tiempo real para realizar los elementos de una tarea “depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del operario deficiente hasta un nivel estándar” (p.322).

Según Sotelo O. (2011) la escala de base 100 es “la más usada y la más recomendable, establecida en 1943 por los creadores del MTM (Methods Time Measurement), considera los siguientes valores y denominaciones convencionales” (p.3). La cual se observa en la Tabla N°2.

Tabla N°2: Valoración escala base 100

Escala	Descripción del desempeño
0	Actividad nula
80	Muy lento, movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo
90	Constante, resuelto, sin prisa, como obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observa.
100	Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
110	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado.
120	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de dudar por largos periodos; actuación de “virtuoso”, solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Fuente: Noriega M. y Díaz B., (2000). Obtenido de Técnica para el estudio del trabajo, p.118.

#### d) Cálculo del tiempo normal

Según Sotelo O. (2011) “El cálculo del tiempo normal o nivelación consiste en ampliar o reducir el tiempo observado; de acuerdo al rendimiento superior o inferior del trabajador observado” (p.2). Niebel (2014) no dice que “el analista multiplica el tiempo observado” (p.362), como se observa en la Fórmula N°3.

$$TN = TO * \frac{C}{100} \quad (3)$$

Donde:

TO: Tiempo observado (seg/batería).

TN: Tiempo normal (seg/batería).

C: Calificación del operario del operario expresada como porcentaje (sin unidades).

#### e) Asignación de suplementos

Sotelo O. (2011) nos dice que el tiempo normal “no podrá mantenerse a lo largo de la jornada, pues inevitablemente ocurrirán retrasos debido a causas de índole personal o del medio en el cual se efectúa la labor” (p.1). Por otro lado, Niebel B. y Freivalds A. (2014), dice que “el tiempo normal no incluye las demoras inevitables, que quizá ni siquiera fueron observadas, así como algunos otros tiempos perdidos legítimos” (p.366). Por lo tanto, el analista debe realizar el

ajuste al tiempo normal mediante la asignación de suplementos, en la Figura N°17.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4
B. Suplemento por postura anormal			45
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			100
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25		9	20
35,5		22	máx
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento Kata			
16		0	
8		10	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión	0	0	
Trabajos precisos o fatigosos	2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5	
G. Ruido			
Continuo	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2	
Intermitente y muy fuerte	5	5	
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo	1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4	
Muy complejo	8	8	
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono	0	0	
Trabajo bastante monótono	1	1	
Trabajo muy monótono	4	4	
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido	0	0	
Trabajo bastante aburrido	2	1	
Trabajo muy aburrido	5	2	

Figura N°17: Tabla de asignación de suplementos

Fuente: Kanawaty G. (1996). Obtenido de Introducción al estudio de trabajo, p.308.

f) El tiempo estándar de una operación

Niebel B. y Freivalds A. (2014), define el tiempo estándar como el “Valor en unidades de tiempo para realizar una tarea, determinado con la aplicación correcta de las técnicas de medición del trabajo por personal calificado” (p.525). Además, nos dice que se puede “expresar la holgura [suplementos] como un multiplicador, para que el tiempo normal (TN) se pueda ajustar fácilmente al tiempo estándar (TE)” (p. 379), como se observa en la Fórmula N°4.

$$TS = TN * (1 + \Sigma (\text{Suplementos})) \quad (4)$$

Donde:

TN: Tiempo normal (seg/batería).

$\Sigma$  (Suplementos): Sumatoria de suplementos o factor de suplemento (%).

TS: Tiempo estándar (seg/batería).

#### 2.2.1.5 Balance de línea

La Universidad Privada Telesup (2017), lo define de la siguiente forma:

El balance de línea es una herramienta muy importante para el control de la producción, dado que una línea de fabricación equilibrada permite la optimización de variables que afectan la productividad de un proceso tales como: inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. (p.2)

Vargas E. (2010), nos dice que:

El balance de líneas casi siempre se realiza para minimizar el desequilibrio entre máquinas y personal mientras se cumple con la producción requerida. Con la finalidad de producir a una tasa especificada, la administración debe conocer las herramientas, el equipo y los métodos de trabajos empleados. Después, se deben determinar los requerimientos de tiempo para cada tarea de ensamble (como taladrar un agujero, apretar una tuerca o pintar con aerosol una parte). La administración también necesita conocer la relación de precedencia entre las actividades, es decir, la secuencia en que deben desempeñarse las tareas.

Una vez construida la gráfica de precedencias que resuma las secuencias y los tiempos de ejecución, pasamos al trabajo de agrupar las tareas en estaciones de trabajo para lograr la tasa de producción especificada este proceso incluye tres pasos. (p.1)

Vargas E. (2010) menciona que el procedimiento del método heurístico inicia calculando el tiempo de ciclo de la siguiente forma “tomar las unidades requeridas (demanda o tasa de producción) por día y dividir entre el tiempo productivo disponible por día (en minutos o segundos)” (p. 2); como se observa en la Fórmula N°5.

$$TC_{bal} = \left( \frac{TP_{disp}}{CP_{dis}} \right) \quad (5)$$

Donde:

TCbal: Tiempo de ciclo aplicado al balance de línea (Seg / Batería).

TPdisp: Tiempo de Producción disponible en un día, el cual se considera los tres turnos, con 8 horas por turno (Seg / día).

CPdis: Capacidad de producción de diseño, el cual ya se había calculado anteriormente como cantidad de producción por turno; sin embargo, tenemos que convertir a la unidad de Baterías / día.

Vargas E. (2010) continua con el calculo del número mínimo teórico de trabajo “este es el tiempo total de duración de las tareas (el tiempo que lleva hacer el producto) dividido entre el tiempo del ciclo. Las fracciones se redondean hacia arriba al siguiente número entero” (p.2); como se observa en la Fórmula N°6.

$$N^{\circ} \text{ mín de ET} = \left( \frac{Tt \text{ de duración de act.}}{TCbal} \right) \quad (6)$$

Donde:

N° mín de ET: Número mínimo teórico de estaciones de trabajo (estaciones)

Tt de duración de act: Es la suma de los tiempos de las actividades. (Segundos / Batería).

TCbal: Tiempo de ciclo aplicado al balance de línea (Segundos / Batería).

Finalmente, Vargas (2010) “calcular la eficiencia de balance de una línea si se divide el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo” (p.2); como se puede observar en la Fórmula N°7.

$$EFIC \text{ bal} = \left( \frac{Tt \text{ de duración de actividades}}{N^{\circ} \text{real ET} * TCbc} \right) * 100 \quad (7)$$

Donde:

EFIC bal: Eficiencia del balance de línea (%).

Tt de duración de actividades: Es la suma de los tiempos de las actividades, (Segundos / Batería).

N°real ET: Número real de estaciones de trabajo (estaciones).

TCbc: Tiempo de ciclo aplicado al balance de línea corregido (Segundos / Batería).

#### 2.2.1.6 Capacitación para métodos de trabajo

Pancardo, Ruiz, y Ramírez (2011) reflexiona sobre la capacitación en los métodos de trabajo y la productividad de la siguiente manera:

Es difícil mantener la productividad de los empleados cuando no se les provee de las herramientas necesarias para alcanzar la satisfacción en sus trabajos. Hoy en día las organizaciones, debido a la situación económica en general, no pueden proporcionar a su personal todos los cursos, capacitaciones, entrenamiento, etc., suficientes para brindarles todos aquellos instrumentos que les permitan desarrollar sus actividades laborales de la mejor manera posible. Es por dichas razones que las empresas han generado nuevos métodos de trabajo en donde se aprovechen al máximo los recursos disponibles y con los cuales se logre el objetivo que toda organización desea alcanzar: un nivel alto de productividad.

(p.2)

#### 2.2.1.7 Documentación estándar

De acuerdo a lo desarrollado en la investigación se emplearon, dos tipos de documentos estándar, para conseguir la estandarización de procesos en la línea de ensamble. A continuación, detallamos estos dos tipos de documentos estándar:

##### a) Instructivo de trabajo

Antonio E. (2016) nos dice que un instructivo de trabajo “es una serie de explicaciones y guías de trabajo que son agrupadas, organizadas y expuestas de manera tal que permitan al individuo actuar de acuerdo como sea requerido para cada ocasión” (p.4).

##### b) Lección de un punto (LUP)

Salazar B. (2016) define la lección de un punto (LUP) como “una herramienta de comunicación, utilizada para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves” (p.4).

### **Variable dependiente: Productividad en la línea de ensamble**

#### 2.2.1.8 Capacidad de producción

Betancourt D. (2018) define la capacidad de producción como “el volumen de producción recibido, almacenado o producido sobre una unidad de tiempo”, siendo la batería seca la producción o bien que produce en la línea de ensamble de la empresa fabricante de baterías automotrices.

Además Betancourt D. (2018) menciona tres tipos de capacidades :

a) Capacidad de diseño

También la puedes conocer como mejor nivel de operación. Es la máxima producción teórica que se puede alcanzar bajo condiciones ideales, la cual se calcula mediante la Fórmula N°8.

$$CPd = \frac{3600}{TS} * \frac{8h}{1turno} \quad (8)$$

Donde:

Ts: tiempo estandar (seg/batería).

CPd: Capacidad de diseño ( batería/turno).

b) Capacidad efectiva

Considera que la mayoría de las empresas no operan a su máxima capacidad. Lo hacen por las restricciones “típicas”, entre las cuales podemos encontrar el mantenimiento de la maquinaria, los errores en el personal, los tiempos perdidos, etc. Con esto en mente, piensa en la capacidad efectiva como la producción que se espera alcanzar en condiciones reales de funcionamiento, la cual se calcula mediante la Fórmula N°9.

$$CPef = Cd * (1 - Fs) \quad (9)$$

Donde:

Cd: Capacidad de diseño (batería/turno).

Fs: Factor de suplementos (%).

CPef: Capacidad efectiva (batería/turno).

c) Capacidad real

Es la producción real conseguida en un período determinado. Realmente el concepto de capacidad real es útil al ser utilizado en conjunto con la capacidad de diseño y la capacidad efectiva con la finalidad de calcular la utilización de capacidad y la eficiencia de producción. Esta capacidad se calcula mediante la Fórmula N°10.

$$CPreal = CPef * EGE \quad (10)$$

Donde:

CPef: Capacidad efectiva (batería/turno).

EGE: Indicador de eficiencia general de los equipos (%OEE).

CPreal: Capacidad real (batería /turno).

Por otro lado, de acuerdo con Sotelo O.(2011) la carga de trabajo “está muy relacionado con el tiempo estándar ya que el tiempo estándar sirve para medir la cantidad de trabajo que contiene un elemento, una operación o un ciclo de trabajo”, también cabe indicar que la carga de trabajo se puede expresar como las horas-hombres por unidad o unidad por horas-hombres. (p. 48)

Según lo explicado por Sotelo O. (2011) se tiene la Fórmula N°11.

$$CT = \frac{1}{TS} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}} \quad (11)$$

Donde:

CT: Carga de trabajo (horas hombre/batería).

TS: Tiempo estándar (batería/ horas hombre).

#### 2.2.1.9 Eficiencia

Betancourt D. (2018) define la eficiencia como “el cociente entre la producción real (capacidad real) y la capacidad efectiva. La relación de eficiencia la obtenemos según se acerca el índice a 1”(p. 12); la cual se calcula mediante la Fórmula N°12.

$$\% \text{Eficiencia} = \frac{\text{Prod. real}}{C_{ef}} = \frac{\text{capacidad real}}{C_{ef}} * 100 \quad (12)$$

Donde:

Prod. real: es igual a la capacidad real. (batería/turno).

Capacidad efectiva: Es el producto de la capacidad de diseño y el factor de suplemento. (baterías/ turno).

#### 2.2.1.10 Productividad

Rosa C. (2013) define la productividad como:“La relación entre los recursos que deberías de usar para producir (horas hombre teórico) contra con lo que realmente utilizas (horas hombre real)”

Por lo tanto para la investigación podemos definir la siguientes fórmulas:

a) Cálculo de la hora hombre teorica, la cual se calculo mediante la Fórmula N°13.

$$H - \text{teó} = TS * \text{Número de ope} \quad (13)$$

Donde:

TS: tiempo estándar (seg/batería).

Número de ope: Número de operadores (hombre).

H-H teó: Hora hombre teórica (horas hombre/batería).

b) Cálculo de la hora hombre real, la cual se calcula mediante la Fórmula N°14.

$$H - H_{\text{real}} = \frac{HTt * \text{Número ope}}{C_{\text{Preal}}} \quad (14)$$

Donde:

HTt: Horas hombre trabajada por turno (horas hombre/turno).

Número de ope: Número de operadores (hombre).

CPreal: Capacidad real (batería /turno).

H-Hreal: Hora hombre real (horas hombre/batería).

c) Luego de haber calculado las horas hombre teorica (H-H teó) y las horas hombre real ( H-H real), se procede a calcular la productividad de la línea de ensamble mediante la Fórmula N°15.

$$\%Ple = \frac{H - H_{\text{teó}}}{H - H_{\text{real}}} * 100 \quad (15)$$

Donde:

H-H teó: Hora hombre teórica (horas hombre/batería).

H-Hreal: Hora hombre real (horas hombre/batería).

%Ple: Productividad de la línea de ensamble (%).

## 2.2.2 Herramientas administrativas utilizadas en las variables

### 2.2.2.1 Diagrama de Ishikawa

Niebel B. y Freivalds A. (2014) nos dicen que, el diagrama de ishikawa “consiste en definir la ocurrencia de un elemento o problema no deseable, esto es, el efecto, como la cabeza del pescado y, despues, identificar los factores que contribuyen a su conformación,esto es, las causas, como la espina del pescado” (p.19). Este diagrama tambien es conocido como diagrama causa-efecto, donde nos muestra las principales causas y subcausa que son agrupadas por lo general en seis categorias las cuales son: ambiente, métodos, materiales, administrativos, máquinas y personas. En la Figura N°18, se muestra la estructura básica de un diagrama Ishikawa.

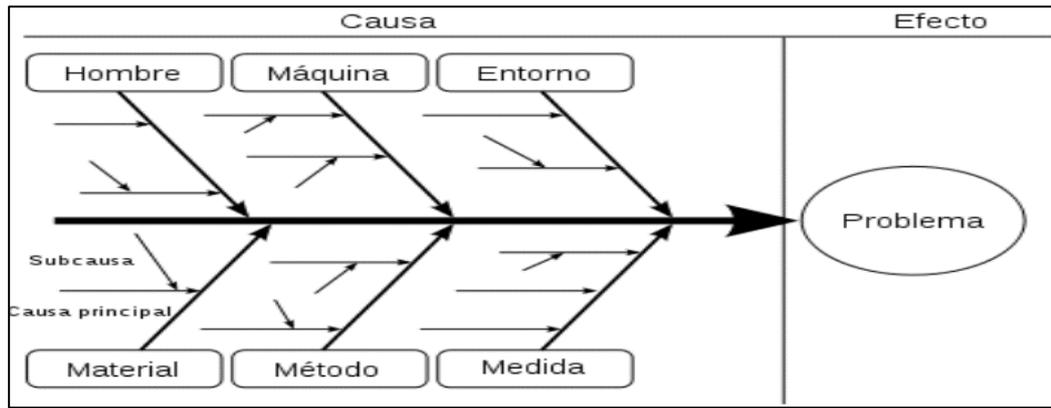


Figura N° 18: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: ProgressaLean (2019). Recuperado de <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

#### 2.2.2.2 Análisis Foda

Es una herramienta administrativa que muestra el contexto situacional de una empresa, en tal sentido Rojas J. (2009) define el análisis Foda como “una herramienta que ayuda en el proceso de análisis de la operación de una empresa..., ya que es la herramienta apropiada para conocer las condiciones reales de actuación de una empresa” (p. 54). Las variables que se utilizan en el análisis son:

- Fortaleza: Son factores internos, que tiene un alto nivel de desempeño de la empresa.
- Debilidades: Son factores internos, que tiene un bajo nivel de desempeño para la empresa.
- Oportunidades: Son factores externos, que son potencialmente favorables para la empresa.
- Amenazas: Son factores externos, que ponen en riesgo el lograr los objetivos de la empresa.

#### 2.2.2.3 Diagrama de proceso

Niebel B. y Freivalds A. (2014) define el diagrama de proceso como “la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado” (p.25). El diagrama de proceso es una herramienta de análisis que permite entender de forma global todos los acontecimientos y/o hechos del proceso en estudio.

En Figura N°19, se muestra los símbolos usados para la elaboración del diagrama de procesos.

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación		Se produce o se realiza algo.
Operación combinada		Se lleva acabo una inspección en conjunto con una operación.

Figura N°19: Símbolos para elaborar el diagrama de proceso.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de García R. (2005), Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo, p. 42.

#### 2.2.2.4 Distribución de planta

García R. (2005) nos dice que la distribución de planta “es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria, equipos, trabajadores, espacio requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta” (p. 143). El propósito de la distribución de planta es desarrollar un sistema productivo que permita fabricar los productos de acuerdo a la planificación establecida con la calidad requerida y una mayor eficiencia.

#### 2.2.2.5 Diagrama de flujo del proceso

De acuerdo con García R. (2005) el diagrama de flujo del proceso “es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso” (p.53). Este diagrama nos muestra las actividades que no agregan valor a las tareas haciéndolas improductivas y, por ende, se busca identificarlos y reducirlos al mínimo.

En la Figura N°20; se muestra el conjunto de símbolos que describen cada elemento del proceso en estudio.

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación	○	Se produce o se realiza algo.
Transporte	➔	Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección	□	Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora	⊔	Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje	▽	Se guarda o se protege el producto o los materiales.
Operación combinada	⊙	Se lleva acabo una inspección en conjunto con una operación.

Figura N°20: Símbolos para elaborar el diagrama de flujo del proceso.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de García R. (2005), Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo, p. 54.

#### 2.2.2.6 Diagrama de desperdicios

Asocia las diversas actividades de una línea de producción con los desperdicios o tareas que no agregan valor al proceso. Se presenta la Figura N°21 como ejemplo de un diagrama de desperdicio de una línea de sub ensamble de dispensador de agua.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO						<input type="checkbox"/> Operación : Ensamble <input type="checkbox"/> Material : Dispensador <input type="checkbox"/> Hombre : Operario		
PROCESO-SUB ENSAMBLE DE WATER DISPENSER								
MÉTODO:		<input checked="" type="checkbox"/> Actual	<input type="checkbox"/> Propuesto					
DESCRIPCIÓN	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en segundos	Tipo de actividad
1)Desplazarse hacia zona de tapa tanque y regresar.	○	➔	□	⊔	▽	Movimiento.	3	NO AGREGA VALOR
2)Coger tapa tanque y ponerlo en mesa de trabajo	○	➔	□	⊔	▽	Traslado.	2	NO AGREGA VALOR
3)Insertar tapa de tapa de tanque a la tapa de tanque	●	➔	□	⊔	▽		3	AGREGA VALOR
4)Girar tapa tanque armado	●	➔	□	⊔	▽		1	AGREGA VALOR
5)Coger sello de tapa tanque de caja (abajo)	○	➔	□	⊔	▽	Transporte	5	NO AGREGA VALOR
6)Insertar sello en tapa de tanque	●	➔	□	⊔	▽		18	AGREGA VALOR
7)Limpiar sello insertado en la tapa tanque	●	➔	□	⊔	▽	Sobreproceso	5	NO AGREGA VALOR
8)Ir hacia zona de tanque y regresar	○	➔	□	⊔	▽	Movimiento	7	NO AGREGA VALOR
9)Coger tanque y retirarlo de la bolsa	●	➔	□	⊔	▽		3	AGREGA VALOR
10)Insertar tanque en tapa tanque	●	➔	□	⊔	▽		2	AGREGA VALOR
11)Coger y colocar jebe y caño	●	➔	□	⊔	▽		5	AGREGA VALOR
12)Trasladarse a colocar tanque armado en caja	○	➔	□	⊔	▽	Transporte	8	NO AGREGA VALOR
13)Colocar tanque armado a caja	●	➔	□	⊔	▽		3	AGREGA VALOR
14)Espera	○	➔	□	⊔	▽	Espera	2	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	7	5	0	1	0	13	Diagramado por: Juan Nexra Fecha: 20 / 01 / 14 Hoja 1 de 1
	Tiempo Total (s)	40	25		2		67	
	Tiempo AV (s)	35					35	
	Tiempo NV (s)	5	25		2		32	

Figura N°21: Diagrama de desperdicio.

Fuente: ProgressaLean (2019). Recuperado de <https://www.progressalean.com/diagrama-de-desperdicio>

### 2.2.2.7 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una representación gráfica que muestra las causas de un problema de mayor a menor relevancia. Sobre esto Lemos P. (2016), señala que:

El diagrama de Pareto es un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema y las menos importantes. Está basado en el principio de Pareto, según el cual el 80% de los defectos están originados por un 20% de las causas (p.30).

En la Figura N°22, se muestra un ejemplo de diagrama Pareto de un puesto de trabajo, donde se ordenan las causas más relevantes a través de barras de amplitud y se van colocando de mayor a menor desde la izquierda hacia la derecha.

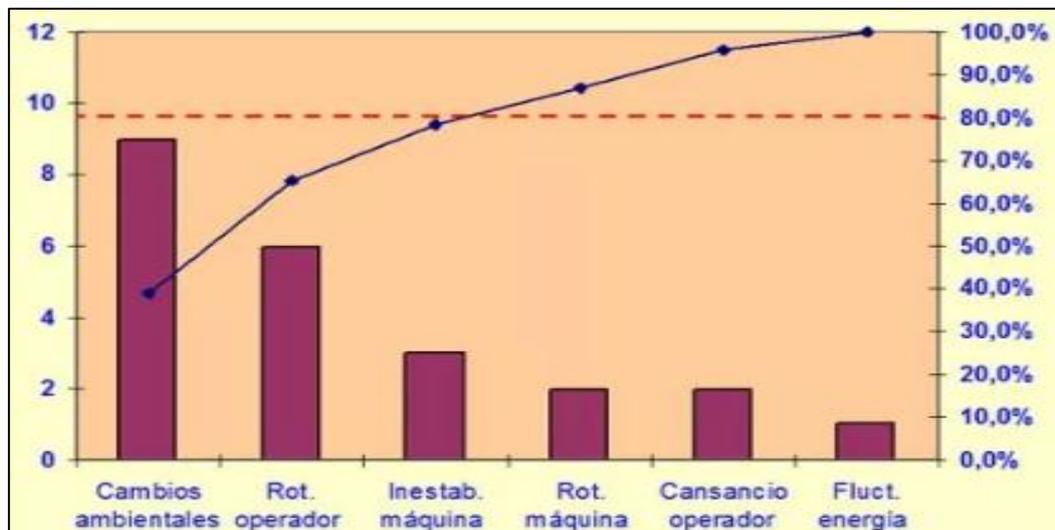


Figura N°22: Diagrama de Pareto en un puesto de trabajo.

Fuente: Gonzales H. (2012). Recuperado de <https://calidadgestion.wordpress.com/tag/diagrama-de-pareto-ejemplo/>

### 2.2.2.8 Diagrama de recorrido

De acuerdo con Niebel B. y Freivalds A. (2014), “el diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso” (p. 30). El diagrama de recorrido es un complemento del diagrama de flujo del proceso.

En la Figura N°23, se muestra un ejemplo de diagrama de recorrido de la producción del rifle Garanad modelo M1, se observa todas las operaciones, equipos y materiales necesarios para realizar el proceso.

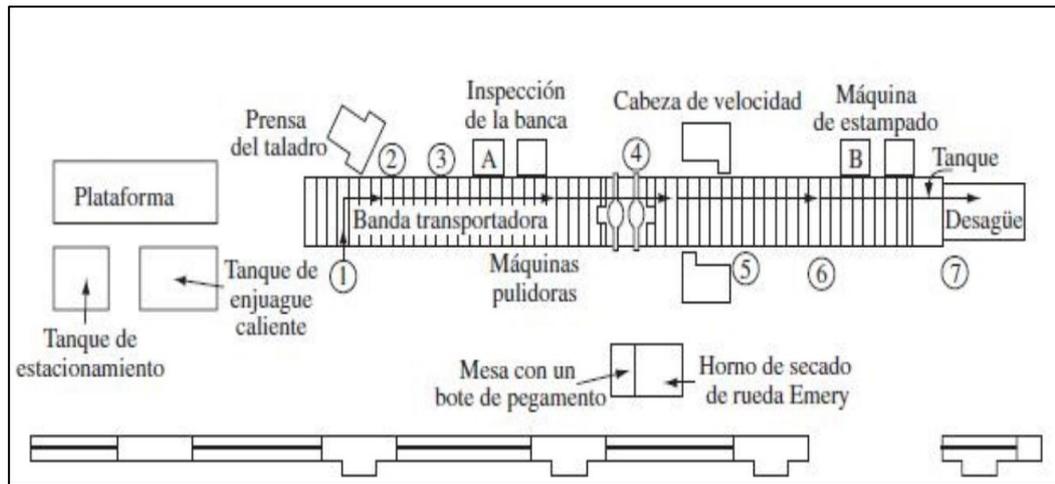


Figura N°23: Diagrama de recorrido un grupo de operaciones del rifle Garand M1.

Fuente: Niebel B. y Freivalds A. (2014), Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, p.31.

#### 2.2.2.9 Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

El AMEF es una metodología orientada a la detección de posibles fallas en el producto o diseño del proceso, de modo que, Montalban, Arenas, Talavera, y Magaña R. et al. (2015) lo define como “identificación y evaluación de fallas potenciales de un producto o proceso, junto con el efecto que provocan éstas, con el fin de establecer prioridades y decidir acciones para reducir las posibilidades de rechazo y, por el contrario, favorecer la confiabilidad del producto o proceso” (p.231).

Según Salazar B. (2016) se puede aplicar el AMEF en:

**Productos:** El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.

**Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.

**Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las

probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.

Otros: El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse.

En la Figura N°24 y Figura N°25, se muestra respectivamente el formato o plantilla para un elaborar un AMEF y un cuadro de severidad donde se obtiene los valores de severidad, probabilidad de ocurrencia y la probabilidad de no ser detectado para el cálculo del número de prioridad de riesgo (RPN).

No.	Interface / Parte / Proceso	Función	Potencial Efecto de Falla	Severidad	Potencial Modo de Falla	Potencial Causa de Falla	Ocurrencia	Criticidad	Modo de Detección	Detección	RPN	Acciones sugeridas	Responsable / Fecha límite
1													
2													
3													
4													
5													

Figura N°24: Formato de AMEF.

Fuente: Gabino y Párraga (2017). Obtenido de Aplicación de las metodologías 8D y AMFE para reducir fallos en una fábrica de refrigeradoras, p.63.

S (Severidad)		O (Probabilidad de Ocurrencia)		D (Probabilidad de no ser detectado)	
Cuan severo es el efecto de este tipo de defecto en el respectivo cliente		Cuan probable es que el tipo de defecto examinado ocurra en el cliente		Cuan probable es que el defecto llegue al cliente	
CRITERIO	PUNTAJACIÓN	CRITERIO	PUNTAJACIÓN	CRITERIO	PUNTAJACIÓN
<b>Efecto de falla muy grave</b> - La falla puede provocar situaciones de peligro (lesiones) - No conformidades con las normas legales - Descompostura total del producto con posterior daño	10	<b>Ratio de falla muy alto</b> Fallos ocurren a gran escala (>100,000 ppm o > 10%)	10	<b>Falla será pasada a cliente sin ser detectada</b> Descubrimiento de la falla es improbable. La fiabilidad de la detección no puede ser probada, procedimientos de prueba inciertos	10
<b>Efecto de falla alto</b> - Operatividad restringida del producto o partes - Gran molestia de cliente - Retrabajos o empleo de servicios	8	<b>Ratio de falla alto</b> Fallos ocurren muy frecuentemente (<100,000 ppm o <10%)	8	<b>Detección mínima</b> Descubrimiento de la falla es menos probable. La fiabilidad de la detección probablemente no puede ser probada	8
<b>Efecto de falla moderado</b> - Leve deterioro del producto (perceptible por el cliente) - Descuento del cliente - Servicio al cliente	5	<b>Ratio de falla bajo</b> Fallos ocurren ocasionalmente (<10,000 ppm o <1%)	5	<b>Detección baja</b> Falla es descubierta principalmente. Fiabilidad de la detección puede ser probada, procedimientos de prueba son relativamente ciertos	5
<b>Efecto de falla bajo</b> - Ligero deterioro óptico - Ligera molestia del cliente - Costos leves	3	<b>Ratio de falla bajo</b> Fallos ocurren raramente (<1,000 ppm o <0.1%)	3	<b>Detección alta</b> Falla es descubierta con alta probabilidad. Confirmado por varios métodos independientes	3
<b>Efecto de falla no perceptible</b> - Deterioro de la función solo reconocible por el técnico - Costos mínimos - Deterioro ópticamente no percibido	1	<b>No hay acontecimientos conocidos sobre productos similares</b> Aproximadamente no ocurre fallas	1	<b>Detección muy alta</b> Definitivamente la falla es descubierta	1

Figura N°25: Cuadro de valoración AMEF.

Fuente: Gabino J. y Párraga M. (2017). Obtenido de Aplicación de las metodologías 8D y AMFE para reducir fallos en una fábrica de refrigeradoras, p.63.

Según Martínez A. (2018), determina la criticidad aplicando la Fórmula N°16.

$$\text{Criticidad} = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \quad (16)$$

Además, representa la criticidad como la combinación de la severidad y ocurrencia, dividiéndolas por niveles como se puede observar en la Figura N°26.

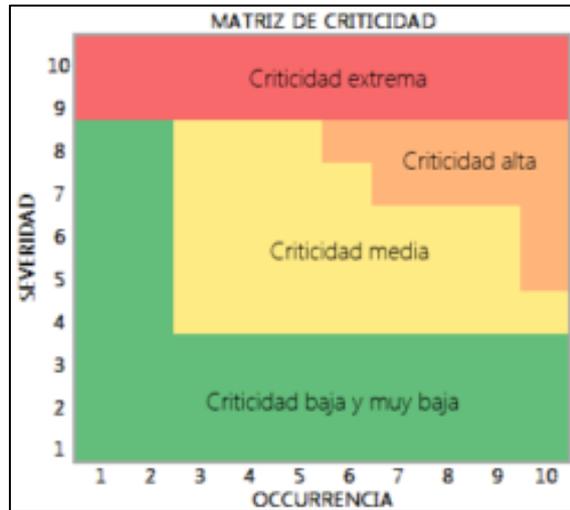


Figura N°26: Matriz de criticidad

Fuente: Martínez A. (2018), Obtenido de <http://kailean.es/amfe-ideas-claras-riesgo-y-criticidad/>

Según Salazar (2016), determina el valor RPN aplicando la Fórmula N°17.

$$\text{RPN} = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección} \quad (17)$$

Donde:

RPN: Nivel promedio de riesgo (%)

Para entender el significado del valor RPN, se tiene la siguiente tabla:

Tabla N°3: Tabla de valoración Nivel promedio de riesgo (RPN)

RPN	Significado
0	Sin riesgo de falla
1-124	Riesgo de falla menor
125-499	Riesgo medio de falla
500-1000	Riesgo alto de falla

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de [www.ingenieriaindustrialonline.com](http://www.ingenieriaindustrialonline.com)

En la Tabla N°3 ,nos muestra los rangos RPN, en el cual Salazar B. (2016) indica que, “cuando el RPN es superior a 100 es un claro indicador de que deben implementarse acciones de prevención o corrección para evitar la ocurrencia de

las fallas, de forma prioritaria”. Es decir, se debe ejecutar acciones preventivas, correctivas o de mejora con el fin de tomar decisiones pertinentes para eliminar los fallos.

#### 2.2.2.10 Diagrama de precedencias

El diagrama de precedencia es una herramienta de planeación y control que muestra la relación entre las tareas y sus prerrequisitos. García R. (2005) indica que “Es una gráfica donde se establece el número limitado de las secuencias de elementos que sean física o económicamente factibles de realizar en un procedimiento” (p.416).

En la Figura N°27, se muestra un ejemplo de diagrama de precedencia para el ensamble de computadoras, donde se muestran los elementos necesarios para llevar a cabo una actividad, además están asociados a una unidad de tiempo (minutos, horas, días).

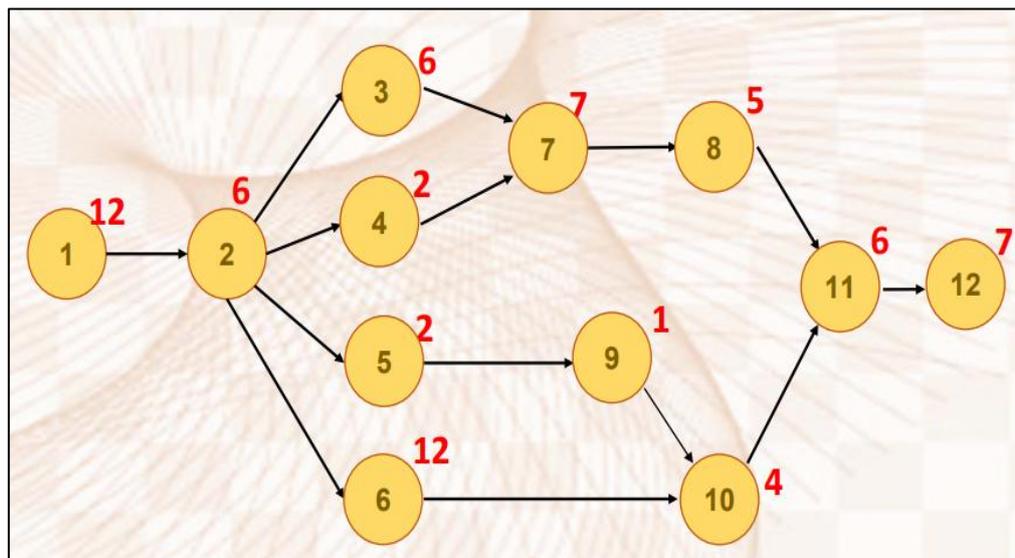


Figura N°27: Diagrama de precedencia para el ensamble de computadoras.

Fuente: Reyna M. (2017). Recuperado de <https://www.uaeh.edu.mx>

#### 2.2.2.11 Lista de verificación o Check List

La hoja de verificación o Check List en inglés, es una herramienta administrativa que nos permite controlar y evaluar el grado de cumplimiento de un proceso establecido, donde el objetivo principal es prevenir fallas que se pueden presentar en la realización de una actividad rutinaria, en términos generales: “El Check List se presenta generalmente en forma de preguntas que se responden de forma binaria: lo tiene o no lo tiene, está presente o no está

presente, aunque también se pueden dar más de dos opciones de respuesta, pero siempre de forma cerrada, es decir, salvo que se quiera habilitar un apartado de comentarios, las respuestas son sí o no” (Portal Calidad, 2019, p. 2).

#### 2.2.2.12 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una representación gráfica que muestra en orden temporal todas las actividades necesarias para culminar un proyecto. Por su parte Niebel B. y Freivalds A. (2014), no dice que, “El diagrama de Gantt muestra anticipadamente de una manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal” (p.19-20).

En la Figura N°28, se muestra un ejemplo de diagrama de Gantt de la elaboración de un documento de trabajo, en el cual se ordenan todas las actividades en orden cronológico y se disponen las fechas para la culminación de todo el proyecto.



Figura N°28: Diagrama de Gantt de la elaboración de un documento de trabajo.

Fuente: AulaFacil (2019). Recuperado de <https://www.aulafacil.com/cursos/administracion/de-empresas/el-grafico-de-gantt-119668>.

## 2.3 Definición de términos básicos

### 2.3.1 Línea de ensamble

“Se refiere al ensamble progresivo enlazado por algún dispositivo de manejo de materiales como puede ser: bandas transportadoras, correas sinfín, grúas aceras, etc.” (García R., 2005, p.421).

### 2.3.2 Puesto de trabajo

“Es la agrupación de todas aquellas actividades realizadas por un solo empleado que ocupen un lugar específico dentro del organigrama de la organización” (Barceló J., 2018, p.2).

### 2.3.3 Estación de trabajo

“Área donde el operario realiza los elementos de trabajo de una operación específica” (García R., 2005, p.518).

### 2.3.4 Cuello de botella

“Se refiere a una actividad (o conjunto de actividades) que limita la capacidad de producción y en consecuencia el tiempo de ciclo del proceso” (Rojas F., 2019, p.1).

### 2.3.5 Velocidad de producción

Se define como la cantidad producción por unidad de tiempo.

### 2.3.6 Target de producción

Es la cantidad de producción a la cual se quiere llegar con la velocidad de producción establecida.

### 2.3.7 Batería seca

Es un producto en proceso obtenido de la línea de ensamble, la cual no contiene solución electrolítica.

### 2.3.8 Poste de la batería

Son terminales de la batería que representan los polos positivos y negativos, para que los cables del auto sean colocados y así la batería realice su funcionamiento.

### 2.3.9 Celdas de la caja de la batería

Son los espacios de la caja donde se colocan los grupos de placa soldados.

### 2.3.10 Tabiques de la batería

Son elementos de plomo que van soldados a los grupos de placas, las cuales tienen como función principal transmitir el flujo de corriente a todos los grupos de placas que fueron colocados en la placa de batería.

## 2.4 Hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis general

La estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble.

### 2.4.2 Hipótesis específica

a) La aplicación del estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción.

b) La aplicación del balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.

La hipótesis principal y las hipótesis específicas se pueden observar en el Anexo N°3.

## 2.5 Variables

### 2.5.1 Definición conceptual de las variables

Tabla N°4: Definición conceptual de la variable dependiente y sus indicadores

Variable dependiente / Indicador	Definición Conceptual
Productividad de la línea de ensamble (variable dependiente)	Es la relación entre los recursos que deberías de usar para producir (horas hombre teórico) contra con lo que realmente utilizas (horas hombre real).
Capacidad de producción (indicador)	la capacidad de producción es el volumen de producción recibido, almacenado o producido sobre una unidad de tiempo.
Eficiencia (indicador)	Es el cociente entre la producción real (capacidad real) y la capacidad efectiva. La relación de eficiencia la obtenemos según se acerca el índice a 1 (100%).

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°5: Definición conceptual de la variable independiente y sus indicadores

Variable Independiente / Indicador	Definición Conceptual
Estandarización de procesos (variable independiente)	Es el método estándar de trabajo para la obtención de un producto con las mismas especificaciones, tiene como objetivo principal unificar los métodos de trabajo y representarlos en un tiempo estándar determinado.
Estudio de métodos y tiempos (indicador)	<p>Estudio de métodos: La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.</p> <p>Estudio de tiempos: Es la medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.</p>
Balance de Línea (indicador)	El balance de línea es una herramienta muy importante para el control de la producción, dado que una línea de fabricación equilibrada permite la optimización de variables que afectan la productividad de un proceso tales como: inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla N°4 y Tabla N°5, se muestran la variable independiente y la variable dependiente, con su definición conceptual correspondiente a cada variable.

## 2.5.2 Operacionalización de las variables

Tabla N°6: Operacionalización de las variables

Tipo de variable	Variable	Indicador	Indicadores	Datos para cálculos de indicadores
Dependiente	Productividad en la línea de ensamble	Capacidad de producción	$CP_{real} = CP_{dis} * Fs * Fege$	Datos del EGE y del estudio de métodos y tiempos
		Eficiencia	$Efic = \left( \frac{Tt \text{ de act.}}{N^{\circ}ET \times TCbl} \right) \times 100$	Datos del tiempo estándar y del balance de línea
Independiente	Estandarización de procesos	Estudio de métodos y tiempos	Si/ No	Datos por observación directa análisis de información
		Balance de Línea	Si/ No	Datos de tiempo estándar y análisis de información

Fuente: Elaboración Propia.

En tabla N°6, se aprecia la operatividad de las variables dependiente e independiente.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Tipo y nivel**

Sánchez H., Reyes C. y Mejía K. (2018) definen a la investigación aplicada como “un tipo de investigación cuantitativa que aprovecha los conocimientos logrados por la investigación básica o teórica para el conocimiento y solución de problemas inmediatos” (p. 79).

El presente estudio se basa en un tipo de investigación cuantitativa con un nivel de investigación aplicada, puesto que se busca aplicar los conocimientos teóricos-prácticos de la estandarización de procesos, con la finalidad de mejorar la productividad en la línea de ensamble.

### **3.2 Diseño de investigación**

Sánchez H., Reyes C. y Mejía K. (2018) mencionan que “los principales diseños cuasi experimentales son: diseño de series de tiempos y el diseño de muestras equivalentes de tiempos” (p. 51).

El presente estudio se basa en un diseño de investigación cuasi experimental, debido a que se realizaron estudios de campo, donde se recolectaron información como velocidades de producción en la línea de ensamble.

### **3.3 Población**

Sánchez H., Reyes C. y Mejía K. (2018) definen “la población de estudio como el conjunto formado por todos los elementos que posee una serie de características comunes. Es el total de un conjunto de elementos o casos, sean estos individuos, objetos o acontecimientos, que comparten determinadas características o un criterio; y que se pueden identificar en un área de interés para ser estudiados, por lo cual quedarán involucrados en la hipótesis de investigación” (p. 102).

La población está conformada por todos los modelos de baterías automotrices que se han fabricado en la línea de ensamble durante el período de julio 2018 hasta septiembre 2018, el cual se puede observar en Anexo N°4.

### 3.4 Muestra

Sánchez H., Reyes C. y Mejía K. (2018) define a la muestra como un “conjunto de casos o individuos extraídos de una población por algún sistema de muestreo probabilístico o no probabilístico” (p. 93).

Para determinar el tamaño de muestra, primero se definió el tipo de muestreo por realizar, el cual es de muestreo probabilístico aleatorio por estratificación.

Según Arbaiza L. (2014) el muestreo estratificado:

Se utiliza cuando la población no es homogénea y necesita ser organizada en subpoblaciones, segmentos, nichos o estratos relacionados con el problema de estudio. Se selecciona una muestra para cada estrato, cuyos elementos van a ser homogéneos que los que componen el total de la población. (p.184)

Dentro de los modelos que se fabrican en la línea de ensamble, se encuentran grupos o estratos que tienen características comunes, como son: el tamaño de la batería y el número de placas por celda de la caja de la batería. Por lo tanto, esta población está dividida en tres grandes grupos o estratos: Baterías pequeñas, Batería medianas y Baterías grandes.

Estas características como el tamaño de caja de la batería y el número de placas que ingresan a las celdas de la caja de batería, son cualidades que reflejan la baja productividad en el proceso de ensamble; debido al análisis realizado al inicio de la investigación como se pudo observar en la Figura N°2.

Por lo tanto, estas dos características fueron mostradas en la Tabla N°7, donde se pueden observar modelos de baterías agrupados por el número de placas y estas agrupaciones pertenecen a grupos de tamaños de cajas de la batería.

Tabla N°7: División de la población por tamaño de la caja de batería y número de placas

<b>TAMAÑO DE CAJAS</b>	<b>N° PLACAS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>GPO. CAJA Y CUBIERTAS</b>	
CAJA PEQUEÑA	5 placas	10000527	GU1R	
		10000128	GL1	
	7 placas	10000528	GU1R	
		8 placas	10003295	GNS40
	10003056		GNS40	
	10003292		GL1	
	10002455		GL1	
	10000980		GL2	
	9 placas		10001531	GN40
	11 placas		10001865	GNS40
			10000752	GL1
		10001574	GN40	
		10000144	GN40	
		10000126	GN40	
		10000007	GN40	
		10003053	GNS40	
		10000803	GNS40	
		10000117	GNS40	
		10001948	GNS40	
		13 placas	10000193	G24
	10000037		G24	
	10001532		GN40	
	10000465		GN40	
	10000797		GN40	
	10000449		GN40	
	10001634		G24	
	10000027		G24	
	10000196		G24	
	10000165		GL2	
<b>TOTAL, DE 11 Y 13 PLACAS</b>	<b>20</b>		<b>MODELOS</b>	<b>DE BATERIAS</b>
<b>TOTAL, PEQUEÑAS</b>	<b>29</b>	<b>MODELOS</b>	<b>DE BATERIAS</b>	
CAJA GRANDE	19	10000618	GL5	
		10000010	GL5	
	20	10001753	GL5	
<b>TOTAL, GRANDES</b>	<b>3</b>	<b>MODELOS</b>	<b>DE BATERIAS</b>	
CAJA MEDIANA	9	10000201	G34	
		10000115	G34	
		10002853	G34	
	11	10000197	G27	
		10001893	G34	
		10000063	G34	
		10000120	G34	
		10000095	G27	
	13	10000181	G27	
		10001895	G34	
		10000202	G34	
		15	10000170	G27
			10000166	G27
			10000139	G27
			10000186	G27
	10000105		GL3	
	10000106		GL3	
	10000194		GL3	
	10000030	GL3		
	<b>TOTAL, MEDIANAS</b>	<b>18</b>	<b>MODELOS</b>	<b>DE BATERIAS</b>

Fuente: Elaboración propia.

“Kathari J. (2004) precisa que para calcular el tamaño de muestra se debe obtener una muestra óptima que cumplan con los siguientes requerimientos de representatividad, confianza y criticidad” (Arbaiza L., 2014, p.181).

Entonces, como tenemos una población de tres meses, escogimos el mes de agosto del 2018 como mes representativo, estratégico y a la vez comparativo, con agosto del 2019, debido a que en el mes de agosto del presente año se pudo observar los resultados iniciales de las mejoras desarrolladas en la línea de ensamble. Por lo tanto, luego de conocer los estratos de la población y teniendo el mes donde se definió el tamaño de muestra, se desarrolló el siguiente cálculo:

Cálculo del tamaño de la muestra

Para la estimación el tamaño de la muestra Arbaiza L. (2014) nos brinda la Fórmula N°18.

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + K^2 * p * q} \quad (18)$$

Donde:

n: tamaño de muestra.

N: tamaño total de la población (en caso de población finita).

e: error máximo aceptable o permitido por el investigador (en la mayoría de los estudios se elige un error de 5%).

k: es una constante que depende del nivel de confianza asignado (z) a la investigación. Si se eligió un 5% de error estimado (e), el nivel deseado de confianza (es decir, el porcentaje de probabilidad de que los resultados del estudio sean ciertos) será 95%; si se eligió un error estimado de 1%, el nivel deseado de confianza será de 99%.

Vara E. (2012) aconseja un nivel de confianza de 95%” (p.183). Por lo tanto, al escoger un 95% de confianza, la constante (k) es de 1.96.

p: porcentaje de probabilidad de que el fenómeno ocurra(representatividad). Por lo general, se asume un 50% de probabilidad de ocurrencia.

q: porcentaje de probabilidad de que el fenómeno no ocurra (no representatividad). Normalmente, se asume 50% de probabilidad de no ocurrencia.

Entonces, aplicando la Fórmula N°18, tenemos el siguiente resultado:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 50}{0.05^2 * (50 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 44$$

Por lo tanto, tenemos 44 modelos de baterías como muestra calculada para la estratificación. Luego, según Tinoco O. (2017) si “se conoce la cantidad de individuos en cada estrato, se calcula el factor de proporción”, mediante la Fórmula N°19.

$$k = \frac{n}{N} \quad (19)$$

Donde:

k: Coeficiente de estratificación, es el coeficiente que afecta a los estratos.

N: tamaño de la población.

n: tamaño de la muestra.

Aplicando la fórmula N°19, tenemos el siguiente resultado:

$$k = \frac{44}{50}$$

$$k = 0.88$$

Por lo tanto, tenemos un coeficiente de estratificación de 0.88. Luego, se procedió a calcular el tamaño de muestra teórico para cada estrato (tamaño de batería), donde se aplicó la Fórmula N°20.

$$\text{Tam. de muestra teó} = N. \text{modelos} * \text{Coefi. estrat.} \quad (20)$$

Donde:

Tam. de muestra teó: Tamaño de muestra teórico.

N. modelos: Número de modelos ensamblados en agosto 2018 (pequeñas, medianas y grandes).

Coeficiente estratificado: Coeficiente que afecta a los estratos.

Por lo tanto, los resultados obtenidos de las fórmulas aplicadas anteriormente (Fórmula N°18, Fórmula N°19 y Fórmula N°20), se pueden observar en la Tabla N°8.

Tabla N°8: Cálculo del número de muestras por estratos

Estrato (tamaño de batería)	Número de modelos ensamblados en agosto 2018	Parámetros para el cálculo del tamaño de muestra	Tamaño de muestra teórica	Tamaño de muestra real
Pequeñas	29	<b>Nivel de confianza :(95%)</b>	26	20
Medianas	18	Error (e): 5%	16	
Grandes	3	Muestra calculada (n): 44	3	
Total (N)	50	Coeficiente (n/N): 0.88	44	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla N°8, se escogió las baterías pequeñas por representatividad y criticidad, la cual están resaltadas en la tabla. Por otro lado, tenemos en la última columna, el tamaño de muestra real, debido a que dentro de los 26 modelos que teníamos como tamaño de muestra teórico, 20 de ellos son modelos que presentan la mayor criticidad a nivel productividad, como se puede observar en la tabla N°7, en la fila donde se encuentra el total de 11 y 13 placas que pertenecen a modelos de baterías con características que representan una baja productividad en el proceso de ensamble. Por ende, el tamaño de muestra a estudiar es de 20 modelos de baterías. La muestra se puede observar en la Tabla N°9.

Tabla N°9: Modelos que conforman la muestra de investigación

N°	Código	Producto - Modelo de batería seca	Grupo
1	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	GNS40
2	10000752	BAT. WS-11A AD CC DIN 12VS 63AH NOR	GL1
3	10001574	BAT.FF-11 AD P/D CC 12VS 54AH NOR	GN40
4	10000144	BAT.FF-11 PL 12VS 56AH NOR	GN40
5	10000126	BAT.FF-11 PRO 12VS 53AH INV	GN40
6	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	GN40
7	10003053	BAT.HL-11 AA SHD PRO GNS40 A3 12VS 55AH NOR	GNS40
8	10000803	BAT.HL-11 PL 12VS 56AH NOR	GNS40
9	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	GNS40
10	10001948	BAT.HL-11 PRO A SHD 12VS 55AH NOR	GNS40
11	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	G24
12	10000037	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH NOR	G24
13	10001532	BAT.FF-13 AD CC 12VS 65AH NOR	GN40
14	10000465	BAT.FF-13 PL 12VS 67AH NOR	GN40
15	10000797	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH INV	GN40
16	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	GN40
17	10001634	BAT.V-13 AD CC 12VS 87AH INV	G24
18	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	G24
19	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	G24
20	10000165	BAT.W-13 PRO 12VS 75AH NOR.	GL2

Fuente: Elaboración propia.

Los modelos de baterías que conforman esta muestra, fueron utilizados para realizar el análisis y validación de hipótesis, con la finalidad de mostrar la situación antes y después, que fueron aplicadas para cada hipótesis planteada, como son la hipótesis general y específicas.

### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Sánchez H., Reyes C. y Mejía K. (2018) define a las técnicas de recolección de datos como “medios que se emplean para recopilar la información en una investigación. Pueden ser directas o indirectas. Las directas son las entrevistas y las observaciones; las indirectas son los cuestionarios, las escalas, los inventarios y los test” (p.123).

Por lo tanto, la técnica de recolección de datos a desarrollar es la técnica directa; debido a que, para obtener la información realista de la situación actual de la línea de ensamble, se tuvo que realizar pequeñas entrevistas con los operadores de la línea y por su parte, observaciones directas a cada puesto de trabajo de la línea.

Sánchez H., Reyes C. y Mejía K. (2018) define al instrumento de recolección de datos como “la herramienta que forma parte de una técnica de recolección de datos. Puede darse como guía, un manual, un aparato, una prueba, un cuestionario o un test”.

El instrumento principal que se utilizó para la recolección de datos, fue un cronómetro digital, el cual fue utilizado en dos etapas, primero se levantó información para realizar el diagnóstico de la situación antes, luego se realizó la medición de tiempos en los puestos de trabajo de la línea de ensamble, donde se mejoró el método de trabajo del puesto cuello de botella, obteniendo resultados de la situación después; con la finalidad de incrementar la productividad de la línea de ensamble.

### 3.6 Procedimientos para la recolección de datos

Sánchez H., Reyes C. y Mejía K. (2018) define al procedimiento para la recolección de datos o proceso de recolección de datos como la “etapa de la investigación por medio de la cual se recoge o recolecta la información o los datos de un estudio. Para ello se emplean técnicas e instrumentos específicos de recolección de datos” (p. 111). Por lo tanto, la recolección de datos para la presente investigación se desarrolló con la aplicación del ciclo de estandarización o ciclo SDCA (Estandarizar, Hacer, Controlar y Actuar). Lo que se busca en esta presente investigación, es desarrollar la estandarización de procesos con el fin de mejorar la productividad de la línea de ensamble.

Según Masaaki I. (2011) quien define al ciclo SDCA “En su libro de Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo (GEMBA). Un sistema gerencial efectivo, a bajo costo y de sentido común; quien define al ciclo SDCA como una etapa de mantenimiento o estabilización del proceso que es la primera etapa a aplicar, luego la siguiente etapa a aplicar es la etapa de mejoramiento, que es el ciclo PDCA; y para

desarrollar y ver los resultados de la mejora continua es necesario aplicar el ciclo SCDA (ciclo de estandarización). (p. 16)

Para poder observar mejor la secuencia y relación de los ciclos de mantenimiento (SDCA) y mejoramiento (PDCA), se muestra en la Figura N°29.

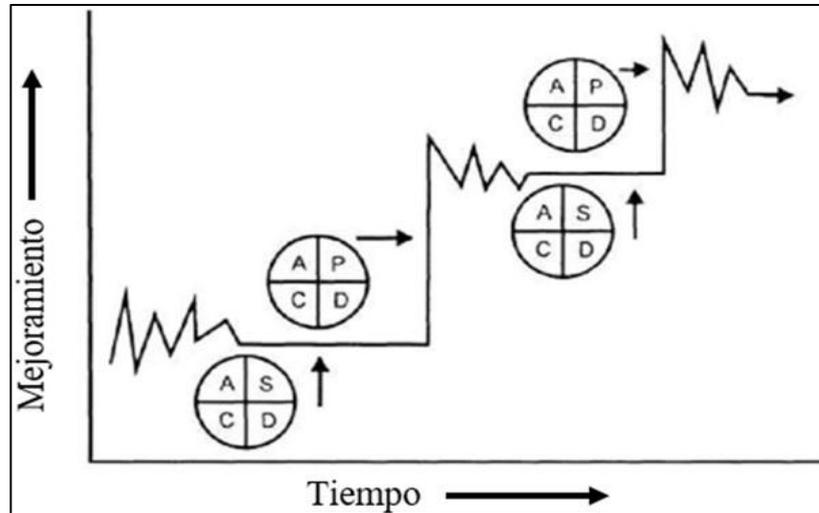


Figura N°29: Ciclo de mantenimiento SDCA.

Fuente: Según Masaaki I. (2011). Obtenido de “Como Implementar el Kaizen en el sitio de trabajo”, pág. 34.

Sin embargo, en la presente investigación nos dedicaremos netamente a la aplicación del ciclo SDCA o ciclo de estandarización, debido a que, si queremos mejorar nuestro proceso de ensamble primero debemos de estabilizar el proceso, luego de haber conseguido una línea de ensamble estable, obteniendo un incremento en la productividad. A continuación, explicaremos lo que se realizó en cada etapa del ciclo de estandarización.

### 3.6.1 Ciclo de Estandarización (SDCA)

El ciclo de mantenimiento consta de las siguientes etapas:

#### 3.6.1.1 Etapa de Estandarizar - Standardize (S)

La etapa de estandarizar, consistió en reducir la variabilidad en el proceso de ensamblaje de la batería. Esta variabilidad fue reflejada en el monitoreo que se realizó a los tiempos de ciclo, el cual se puede observar en el Anexo N°1. Luego se establecieron objetivos, que presentan una meta y una estrategia para su implementación. Estos objetivos fueron planteadas a raíz de encontrar oportunidades de mejora como la implementación del nuevo método de trabajo y la aplicación del balance de línea, en el capítulo IV. Situación actual de la

empresa; para luego, implementar la mejora en el capítulo V. Desarrollo, presentación y análisis de resultados, dentro de este capítulo se detallan la etapa de planificar paso a paso.

#### 3.6.1.2 Etapa de Hacer – Do (D)

En la etapa de hacer, se procedió a implementar los objetivos planteado en la etapa anterior, como fue el caso de la implementación del nuevo método de trabajo y la aplicación del balance de línea, de igual manera el desarrollo de estas implementaciones se puede observar en el capítulo V. Desarrollo, presentación y análisis de resultados, dentro de la etapa de hacer.

#### 3.6.1.3 Etapa de Verificar o Controlar – Check (C)

En la etapa de verificar, se realizaron dos herramientas: la primera fue desarrollar un Check List para verificar el cumplimiento del nuevo método de trabajo, el formato del Check List se puede observar en el Anexo N°6. La segunda y última herramienta de verificación fue el nuevo monitoreo a los tiempos de ciclo, con el fin de verificar si la mejora había dado resultados positivos o cercanos a la meta, los resultados del nuevo monitoreo se pueden observar en el Anexo N°7.

#### 3.6.1.4 Etapa de Actuar – Act (A)

En la etapa de actuar, se procedió a desarrollar documentación estándar para la línea de ensamble, seguida de capacitaciones y retroalimentación dirigida al personal de la línea de ensamble. El desarrollo e implementación de estos documentos se puede observar en el capítulo V. Desarrollo, presentación y análisis de resultados, dentro de la etapa de actuar.

### 3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Sánchez H., Reyes C. y Mejía K. (2018) define al análisis de datos como “una fase del proceso de investigación que consiste en organizar la información recogida para que pueda ser tratada en forma minuciosa o analítica, describiendo, caracterizando e interpretando la información. El análisis de datos puede ser de carácter cualitativo o cuantitativo, o hacer uso de ambos procedimientos” (p. 17).

Por lo tanto, el procesamiento y análisis de datos serán desarrolladas por programas o software de carácter cuantitativo que permitirán analizar los datos recolectados y sustentar las hipótesis, como es el caso de Microsoft Excel versión 2016 para el análisis de los datos recolectados, y el software BIM Statistics SPSS versión 24 para la sustentación de las hipótesis.

## CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

### 4.1 Descripción de la empresa

#### 4.1.1 Antecedentes de la empresa

En 1933, se crea una de las primeras empresas dedicada a la fabricación y comercialización de baterías automotrices en América Latina. El compromiso de sus fundadores, unido a la responsabilidad de sus trabajadores, hizo que a inicios de los años cuarenta se reconozca la calidad de las baterías, en todo el país. Para ese entonces la fábrica operaba en un local en Jesús María. Para los próximos años, la empresa confió en ofrecer los mejores productos tal como lo viene haciendo durante más de 80 años, respondiendo íntegramente a la confianza depositada por cada uno de sus usuarios a nivel nacional e internacional. El crecimiento de la empresa se puede observar en la Figura N°30.

La planta de fabricación principal se encuentra dividida en área de almacén, donde se mantienen materiales, herramientas y productos para stock; área de parrillas, donde se producen las parrillas de plomo positivas; área de Concast, donde se producen las parrillas negativas; área de oxidación y empaste, donde se produce pasta de óxido de plomo y se empastan las parrillas; área de ensamble, donde se fabrican las ‘baterías secas’; área de formación o carga, donde se llenan las baterías con solución electrolítica y se cargan eléctricamente; y el área de producto terminado (APT), donde se limpian, etiquetan y embolsan las baterías. El área de ensamble se encarga de producir ‘baterías secas’ y cuenta con 3 líneas de producción en serie, acondicionadas para baterías pequeñas, medianas y grandes. Se denominan ‘baterías secas’ a aquellas que están listas para ser llenadas con una solución electrolítica en la siguiente etapa. Por otro lado, el área de producto terminado cuenta con una sola línea de producción y donde el producto final son las baterías listas para ser despachadas.

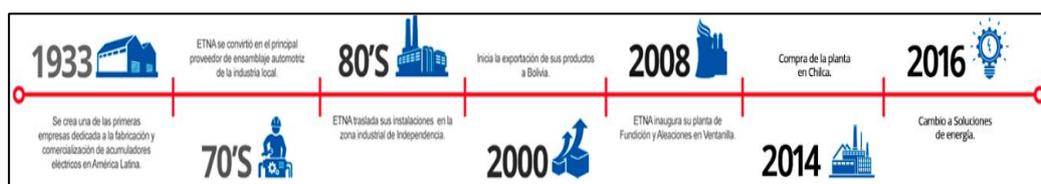


Figura N°30: Línea de tiempo de la empresa.

Fuente: Elaborado por la empresa fabricante de baterías automotrices.

#### 4.1.2 Visión, misión y valores corporativos

##### Visión

Ser una empresa industrial de clase mundial en soluciones de energía líder donde compite.

##### Misión

Generar el más alto nivel de satisfacción en nuestros clientes con marcas, productos y servicios innovadores, altamente competitivos y rentables; desarrollados por un talentoso equipo de profesionales comprometidos con el cuidado y la preservación del medio ambiente.

Los valores corporativos de la empresa se observan en la Figura N°31.

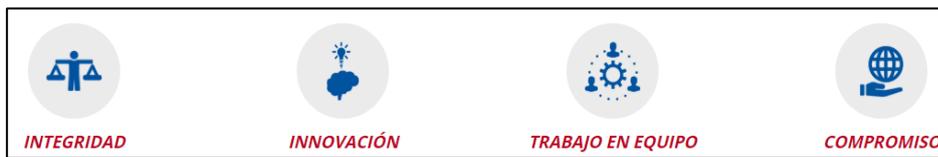


Figura N°31: Valores corporativos.

Fuente: Elaborado por la empresa fabricante de baterías automotrices.

#### 4.1.3 Identificación y descripción del producto a investigar

##### 4.1.3.1 Producto

“Batería Alto Desempeño Libre Mantenimiento”

##### 4.1.3.2 Características principales

Batería especialmente diseñada para vehículos de uso particular con tecnología estándar.

Batería 100% libre de mantenimiento, totalmente sellada-sellada y con ojo mágico para identificar el nivel de carga de la batería.

El modelo de batería que fue utilizado como objeto de estudio de la investigación, se puede observar en la Figura N°32.



Figura N°32: Bat.ff-13 pro 12vs 65ah nor

Fuente: Elaborado por el área de ingeniería de la empresa fabricante de baterías automotrices

#### 4.1.4 Análisis de la situación actual (Análisis FODA)

Para describir la situación actual de la empresa, se realizó el análisis FODA, el cual se presenta en la Tabla N°10.

Tabla N°10: Análisis FODA

Factores Internos	
Fortalezas	Debilidades
Los proveedores de los materiales que se necesitan para ensamblar es la misma empresa.	Oposición al cambio por parte del personal.
Los operadores que trabajan en la línea de ensamble tienen una líder con experiencia de más de 5 años en la misma empresa.	Generación de productos no conformes.
Automatización de procesos en la línea de producción.	Falta de concentración en el puesto de trabajo.
Acreditación en el sistema integrado de gestión.	Falta de documentación en la línea.
	Desconocimiento de instructivos de trabajo por parte de los operadores.
	Presencia de los 7 desperdicios en la línea, generan altos costos de producción.
Factores Externos	
Oportunidades	Amenazas
Alta demanda de baterías a nivel nacional e internacional.	Competencia con mejor financiamiento.
Mejorar la productividad de la línea de ensamble.	Tecnología obsoleta en maquinaria y equipos.
Mejorar la capacidad de producción.	Desempeño deficiente de subcontratistas.
Estandarización de procesos en la línea.	Ingreso de la competencia al mercado nacional.
Mejor ambiente de trabajo.	Escasez de recursos para la materia prima.
Diseño ergonómico en los puestos de trabajo.	Impacto ambiental del proceso.
Motivación del personal.	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2 Descripción actual del proceso de ensamble

Para describir el proceso de ensamble de una batería seca, se realizó el Diagrama de Operaciones del Proceso, el cual se puede observar en la Figura N°33.

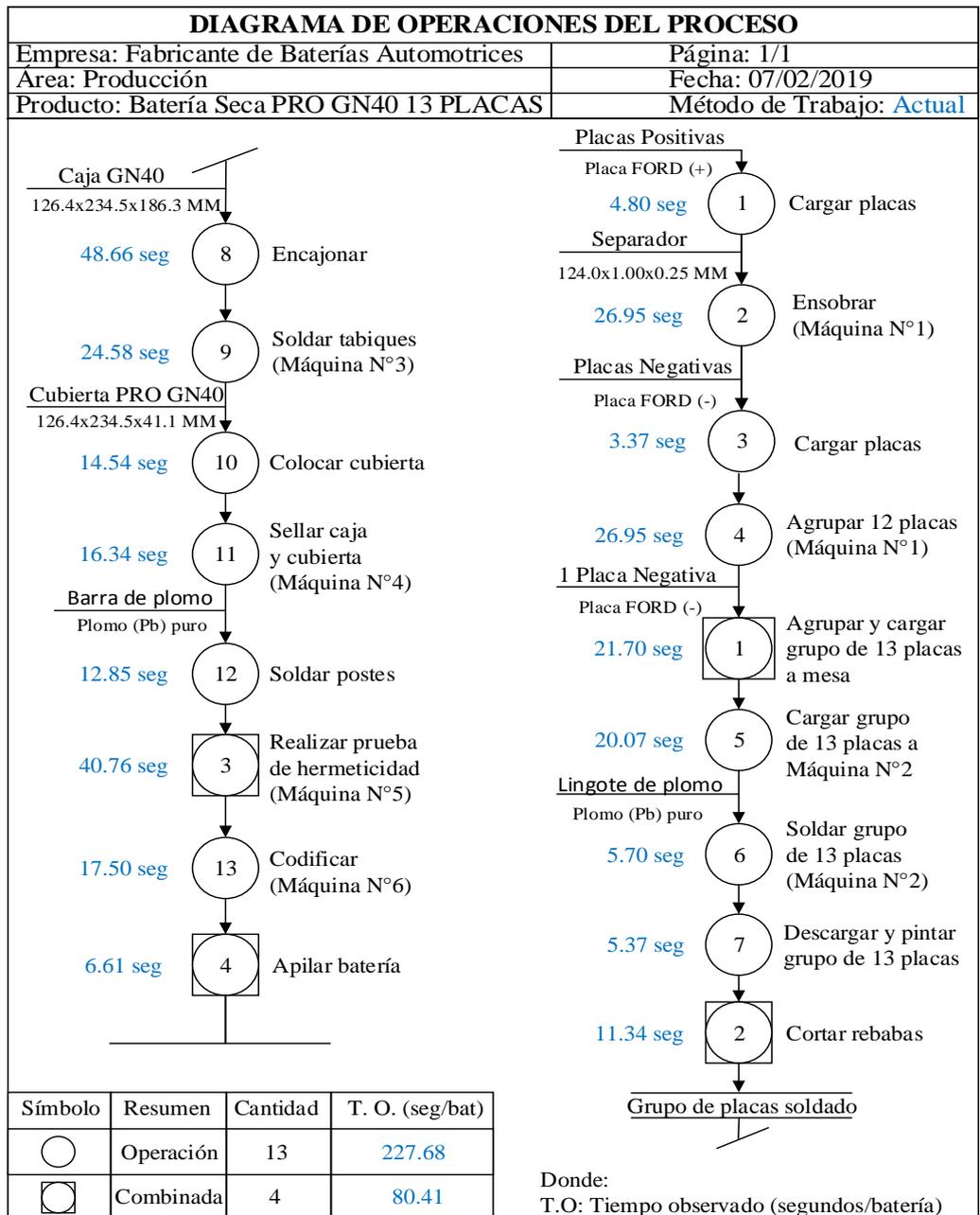


Figura N°33: Diagrama de operaciones del proceso de la fabricación de baterías automotrices.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°33, hemos mencionado las operaciones y operaciones combinadas, donde se identificaron operaciones que son realizadas por máquinas y operarios; con la finalidad de conocer el número de máquinas y también los materiales que son usadas en el proceso de ensamble de una batería automotriz. Además, podemos observar tiempos por cada operación, estos tiempos fueron tomados como primer levantamiento de información, que se realizó en la línea de ensamble.

Para realizar la descripción actual del proceso de ensamble, primero se describió el proceso de ensamble a gran detalle mostrando imágenes de los materiales, máquinas y operaciones por cada puesto de trabajo de la línea; luego, se mostró la distribución actual de la línea de ensamble, donde se explicaron las actividades de cada operador, se describió a cada máquina de la línea y se explicó cómo se realizaba el abastecimiento de los materiales a la línea de ensamble; finalmente, se mostraron las velocidades de producción que tenía la línea de ensamble, el cual es información básica para la programación de la producción de baterías automotrices.

#### 4.2.1 Descripción del proceso de ensamble

Tabla N°11: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices

Operaciones	Material / Operación	Máquina / Puesto de Trabajo
<p><u>Operación N°1 – Cargar placas:</u> El operador carga grupos de 45 placas positivas a la máquina ensobradora.</p>	<p>Material: Placas Positivas (FORD (+))</p> 	<p>Puesto de trabajo: Carga de placas positivas</p> 
<p><u>Operación N°2 – Ensobrar:</u> La máquina ensobradora tiene como primera etapa ensobrar las placas positivas con un material separador, donde la placa ingresa dentro del sobre formado por la máquina.</p>	<p>Material: Separador (124 x 1 x 0.25) mm</p> 	<p>Máquina N°1: Máquina Ensobradora</p> 

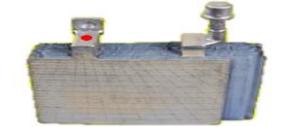
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°12: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices (continuación)

Operaciones	Material / Operación	Máquina / Puesto de Trabajo
<p><u>Operación N°3 – Cargar placas:</u> El operador carga grupos de 45 placas negativas a la máquina ensobradora.</p>	<p>Material: Placas Negativas (FORD (-))</p> 	<p>Puesto de trabajo: Carga de placas negativas</p> 
<p><u>Operación N°4 – Agrupar 12 placas:</u> La máquina ensobradora tiene como segunda y última etapa agrupar las placas positivas ensobradas y placas negativas en grupos de placas pares.</p>	<p>Operación de agrupado de placas</p> 	<p>Máquina N°1: Máquina Ensobradora</p> 
<p><u>Operación Combinada N°1 – Agrupar y cargar grupo de 13 placas a mesa:</u> 2 operadores se encargan de colocar 1 placa más al grupo que sale de la máquina ensobradora, para luego agrupar y cargar el grupo formado a una mesa rotatoria.</p>	<p>Material: 1 placa negativa (FORD (-))</p> 	<p>Puesto de trabajo: Agrupado y carga de grupo de placas</p> 

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°13: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices (continuación)

Operaciones	Material / Operación	Máquina / Puesto de Trabajo
<p><u>Operación N°5 – Cargar grupo de 13 placas a máquina:</u></p> <p>1 operador de la estación del soldado de straps, se encarga de cargar 3 grupos de placas a la máquina COS.</p>	<p>Operación de carga de grupo de placas</p> 	<p>Puesto de trabajo: Carga de grupo de placas</p> 
<p><u>Operación N°6 – Soldar grupo de 13 placas:</u></p> <p>1 operador de la estación del soldado de straps, se encarga de cargar otros 3 grupos de placas a la máquina COS; y también se encarga de operar dicha máquina.</p>	<p>Material: Lingote de plomo (Plomo puro)</p> 	<p>Máquina N°2: Máquina COS</p> 
<p><u>Operación N°7 – Descargar y pintar grupo de 13 placas:</u></p> <p>1 operador de la estación del soldado de straps, se encarga de descargar los 6 grupos de placas soldados de la máquina COS.</p>	<p>Imagen del grupo de placas soldado, con un punto rojo que fue pintado.</p> 	<p>Puesto de trabajo: Descarga y pintado de grupo de placas</p> 
<p><u>Operación Combinada N°2 – Cortar rebabas:</u></p> <p>1 operador se encarga de cortar las rebabas de los grupos de placas soldados, esta operación es variable según la cantidad de rebabas que presentan dichos grupos.</p>	<p>Operación de corte de rebabas</p> 	<p>Puesto de trabajo: Corte de rebabas</p> 

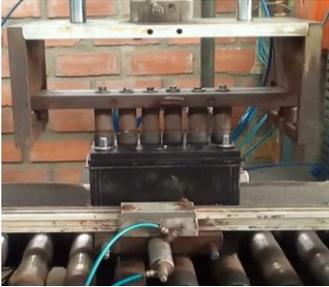
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°14: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices (continuación)

Operaciones	Material / Operación	Máquina / Puesto de Trabajo
<p><u>Operación N°8 – Encajonar:</u> 1 operador se encarga de colocar los grupos de placas soldados a la caja de la batería.</p>	<p>Operación de encajonado</p> 	<p>Puesto de trabajo: Encajonado</p> 
<p><u>Operación N°9 – Soldar tabiques:</u> La máquina soldadora de tabiques tiene como función soldar los straps que se encuentran alineados en la caja de la batería.</p>	<p>Operación de soldado de tabiques</p> 	<p>Máquina N°3: Máquina Soldadora de tabiques</p> 
<p><u>Operación N°10 – Colocar cubierta:</u> 1 operador se encarga de encajar la cubierta en la caja de la batería.</p>	<p>Operación de colocación de cubierta</p> 	<p>Puesto de trabajo: Colocación de cubiertas</p> 
<p><u>Operación N°11 – Sellar caja y cubierta:</u> La máquina selladora tiene como función sellar térmicamente la cubierta con la caja de la batería.</p>	<p>Operación de sellado térmico</p> 	<p>Máquina N°4: Máquina Selladora</p> 

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°15: Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de la fabricación de baterías automotrices (continuación)

Operaciones	Material / Operación	Máquina / Puesto de Trabajo
<p><u>Operación N°12 – Soldar postes:</u></p> <p>1 operador se encarga de soldar los postes de la batería (el poste positivo y negativo)</p>	<p>Operación de soldado de postes</p> 	<p>Puesto de trabajo: Soldado de postes</p> 
<p><u>Operación Combinada N°3 – Realizar prueba de hermeticidad:</u></p> <p>La máquina probadora de hermeticidad detecta fugas en la batería.</p>	<p>Operación de prueba de hermeticidad</p> 	<p>Máquina N°5: Probadora de hermeticidad</p> 
<p><u>Operación N°13 – Codificar:</u></p> <p>La máquina codificadora tiene dos etapas: codificar y estampar del símbolo positivo en el poste de ese polo.</p>	<p>Operación de codificado y estampado</p> 	<p>Máquina N°6: Máquina Codificadora</p> 
<p><u>Operación Combinada N°4 – Apilar batería:</u></p> <p>1 operador se encarga de apilar las baterías en una parihuela con la ayuda de un elevador hidráulico, donde se apilan 150 baterías por parihuela.</p>	<p>Operación de Apilado de baterías</p> 	<p>Puesto de trabajo: Apilado de baterías</p> 

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N°11, Tabla N°12, Tabla N°13, Tabla N°14 y Tabla N°15, se describió el proceso de ensamble a gran detalle, es decir, se describieron las operaciones, donde se especificaron las actividades que realizaban los operadores y se mostraron imágenes de los materiales, máquinas y operaciones por cada puesto de trabajo de la línea de ensamble.

#### 4.2.2 Distribución actual de la línea de ensamble

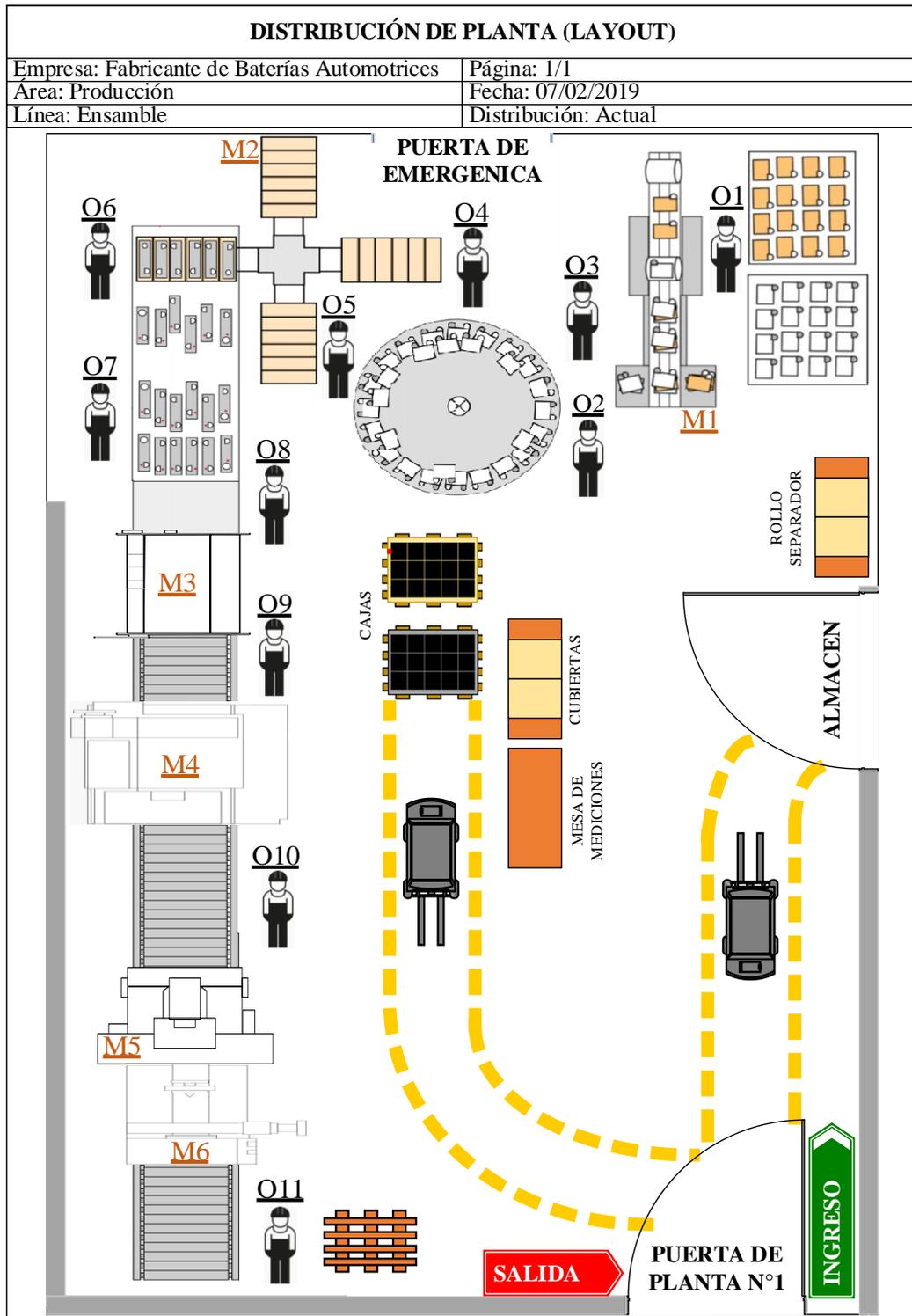


Figura N°34: Distribución de planta de la línea de Ensamble.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°34, debemos de mencionar a los actores principales, dentro de ellos se encuentran 11 operadores y 6 máquinas. Los operadores están enumerados

desde el O1 hasta el O11; por otro lado, las máquinas tienen su numeración que consta desde el M1 hasta el M6. El flujo de operaciones que se encuentra distribuida en la línea de ensamble empieza con el operador 1 (O1), quien es la persona que carga las placas positivas y negativas a la máquina ensobradora (M1), esta máquina como su nombre propiamente lo menciona, se encarga de ensobrar las placas positivas para luego agruparlas de acuerdo al número de placas por celda de la caja de la batería. Seguidamente, los operadores 2 y 3 (O2 y O3) se encargan de agrupar los grupos de placas que salen de la máquina ensobradora (M1) para luego cargarlas a una mesa circular rotatoria. Luego de tener grupos de placas agrupadas en la mesa circular, los operadores 4 y 5 (O4 y O5), tienen como misma función cargar 3 grupos de placas cada uno a la máquina COS (M2), la diferencia de sus actividades radica en que el operador 4 (O4) es el maquinista que se encarga de accionar la máquina COS (M2), y el operador 5 (O5) solamente carga grupos de placas agrupados a la máquina COS (M2). Luego, atrás de la máquina COS (M2), tenemos a dos operadores (O6 y O7), donde el operador 6 (O6) se encarga de descargar y pintar en un lado de los grupos de placas soldados que salen de la máquina COS (M2) y el operador 7 (O7) se encarga de cortar las rebabas de los grupos de placas soldados. Continuando con el proceso de ensamble, tenemos al operador 8 (O8) el cual se encarga de colocar los grupos de soldados a la caja de la batería, esta operación es manualmente. La siguiente operación es el soldado de tabiques, la cual es realizada por medio de la máquina soldadora de tabiques (M3), la cual es una máquina automática, que tiene como responsable al operador 9 (O9), que se encarga de la siguiente operación que es colocar cubierta a la caja de la batería, esta última operación es manualmente. La operación que sigue es el sellado de la cubierta con la caja, la cual es realizada por la máquina selladora (M4), la cual es una máquina automática que tiene como responsable también al operador 9 (O9). Luego tenemos a la operación de soldados de postes, la cual es realizada por el operador 10 (O10); inmediatamente después tenemos a la operación de prueba de vacío o hermeticidad, la cual es realizada por la máquina probadora de hermeticidad (M5). Luego tenemos a la máquina codificadora (M6), la cual se encarga de codificar el modelo de la batería y estampar el símbolo positivo de la batería.

Finalmente, para terminar el proceso de ensamblaje, tenemos a la operación de apilado de baterías, la cual lo realiza el operador 11 (O11).

Por otro lado, sin desmerecer su importancia, tenemos a un montacargas que se encarga de habilitar los materiales como son las cajas y cubiertas que son traídas desde almacén y colocadas frente al puesto de trabajo, de esta manera se realizaban el aprovisionamiento de los materiales a los puestos de trabajo de la línea de ensamble.

#### 4.2.3 Velocidades de producción en la línea de ensamble

El área de planificación y control de la producción, es la que realiza el programa de producción teniendo como información principal a las velocidades de producción y ritmo de producción. Esta información se puede observar en la Tabla N°16.

Tabla N°16: Velocidad de producción en la línea de ensamble

Grupos Estratos	Grupo de caja y cubierta	Grupos de placas	Velocidad de producción (seg)	Ritmo de producción (bat/turno)
Pequeño	GL1	5, 7 y 8 placas	39.35	732
	GL2	8 placas	40.84	706
	G24	9 placas	40.84	706
	GU1R	5 y 7 placas	39.35	732
	GN40	9 placas	40.84	706
	GNS40	7, 8 y 9 placas	40.84	706
	Excepciones	11 placas	43.28	666
	Excepciones	13 placas	45.15	638
	GL3	13 y 15 placas	42.89	672
	GL4	15 placas	42.89	672
Mediano	G27	11, 13 y 15 placas	42.26	682
	G34	9, 11 y 13 placas	42.26	682
	G58	8 y 12 placas	41.84	689
	GD23	12 placas	41.84	689
	Excepciones	17 placas	44.32	650
Grande	GL5	19 y 20 placas	45.34	636
	GN100	25 placas	47.19	611

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3 Diagnóstico actual del proceso de ensamble

Para realizar el diagnóstico actual del proceso de ensamble, primero se aplicó el estudio de métodos, donde se describieron las actividades o métodos de trabajo de cada puesto, para luego identificar desperdicios, con la finalidad de elaborar una propuesta para un nuevo método de trabajo; luego, se aplicó el estudio de tiempos dirigido a los métodos de trabajo de cada puesto, con la finalidad de obtener los tiempos estándares de la situación antes; finalmente, se desarrollaron indicadores que fueron establecidos en la sección 2.5.2 Operacionalización de las variables.

### 4.3.1 Aplicación del Estudio de Métodos

#### 4.3.1.1 Descripción de actividades por puesto de trabajo

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO					
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 1	Resumen		Elaborado por:	
Objeto de estudio: Operadores	Actividad - Símbolo	Cantidad	Cristhian Mendoza Morales.		
	Operación ○	27			
Actividad: Ensamble de batería seca Método: <b>Actual</b> /Propuesto	Transporte ⇨	4	Aprobado por: Jefe de Ingeniería de Producción.		
	Espera D	6			
Lugar: Línea de ensamble	Combinado □	11			
	Almacenamiento ▽	1			
Descripción	Símbolo				Observaciones
	○	□	D	⇨	
Cargar placas negativas a la ensobradora.	●				
Trasladar placas negativas a la ensobradora.				●	
Cargar placas positivas a la ensobradora	●				
Trasladar placas positivas a la ensobradora.				●	
Habilitar placas negativas al agrupado manual.				●	
Colocar rollo separador a la máquina.			●		
Ensobrar placas positivas y agrupar con placas negativas.	●				
Colocar placa negativa al grupo de placas.	●				
Acomodar grupo de placas.		●			
Colocar grupo de placas en mesa rotatoria.				●	
Carga de grupo de placas a máquina COS.	●				
Esperar soldado de straps en la máquina COS.				●	
Carga de grupo de placas a máquina COS.	●				
Acomodar espigas del grupo de placas.		●			
Accionar la máquina COS.				●	
Descargar y quitar rebabas del grupo de placas.	●				
Pintar straps del grupo de placas.	●				
Esperar soldado de straps en la máquina COS.				●	
Colocar lingote de plomo al crisol de la COS.	●				
Cortar rebabas de los grupos de placas.	●				
Coger caja y colocar en mesa.				●	
Encajonar grupos de placas en caja de batería.	●				
Acomodar grupos de placas con barra de plomo.		●			
Empujar batería a la faja de rodillos.	●				
Habilitar cajas al puesto de trabajo.				●	
Total	12	3	4	5	1

Figura N°35: Diagrama de Análisis del Proceso de Ensamble de batería seca, hoja N°1.

Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO						
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 2	Resumen			Elaborado por:	
Objeto de estudio: Operadores	Actividad - Símbolo	Cantidad		Cristhian Mendoza Morales.		
	Operación ○	27				
Actividad: Ensamble de batería seca Método: <u>Actual</u> /Propuesto	Transporte ⇨	4		Aprobado por: Jefe de Ingeniería de Producción.		
	Espera □	6				
Lugar: Línea de ensamble	Combinado ◻	11		Observaciones		
	Almacenamiento ▽	1				
Descripción	Símbolo					Observaciones
	○	□	⇨	▽	1	
Total de hoja 1	12	3	4	5	1	
Soldar tabiques	●					<b>Puesto de trabajo N°9:</b> Soldado de tabiques
Habilitar batería al puesto de trabajo.				●		<b>Puesto de trabajo N°10:</b> Colocación de cubiertas
Colocar grasa a los postes de la batería	●					
Colocar cubierta a la batería.	●					
Golpear cubierta para encajar.	●					
Colocar batería en la entrada de la selladora.	●					
Habilitar cubiertas al puesto de trabajo.				●		
Limpiar rebabas de la selladora.				●		
Sellar termicamente la cubierta y caja.	●					<b>Puesto de trabajo N°11:</b> Sellado
Habilitar batería al puesto de trabajo.	●					<b>Puesto de trabajo N°12:</b> Soldado de postes
Colocar bocinas a postes de baterías.	●					
Soldar postes de baterías.	●					
Retirar bocinas de postes.	●					
Habilitar baterías al siguiente puesto.	●					
Enfriar bocinas en balde de agua.				●		
Realizar prueba de hermeticidad.	●					<b>Puesto de trabajo N°13:</b> Prueba de hermeticidad
Codificar batería y estampar símbolo positivo.	●					<b>Puesto de trabajo N°14:</b> Codificado y estampado de batería
Cargar batería a parihuela.	●					<b>Puesto de trabajo N°15:</b> Apilado de baterías
Colocar parihuela en posición.				●		
Elevar parihuela a posición.	●					
Colocar cartón sobre parihuela.				●		
Embalar baterías.	●					
Colocar carro en posición.				●		
Cargar y descargar parihuela.				●		
Total	27	4	6	11	1	

Figura N°36: Diagrama de Análisis del Proceso de Ensamble de batería seca, hoja N°2.

Fuente: Elaboración propia.

En las Figura N°35 y Figura N°36, se permiten apreciar las actividades por puesto de trabajo, las cuales están clasificadas por tipo de actividad, es decir, si son actividades de operación, transporte, espera, combinado, o almacenamiento; con el fin de tener una observación a primera instancia de los puestos de trabajo que presentan actividades que no generan valor, como son las actividades de transporte, espera y almacenamiento.

#### 4.3.1.2 Identificación de desperdicios por puesto de trabajo

DIAGRAMA DE DESPERDICIOS							
Resumen de Tipo de actividades		Resumen			Elaborado por:		
Agregan valor (a)	8	Actividad	Símbolo	Cantidad	Cristhian Mendoza Morales.		
NAV pero es necesario (b)	8	Operación	○	27	Aprobado por: Jefe de Ingeniería de Producción.		
No agregan valor ó NAV (c)	9	Transporte	⇨	4			
$\% VA = ((a+b)/(a+b+c))*100$	64%	Espera	D	6			
Diagrama Num: 1 Hoja Núm 1	Lugar: Línea de ensamble	Combinado	◻	11			
Método: Actual/Propuesto		Almacenamiento	▽	1			
Descripción	Símbolo					Tipo de actividad	Observaciones
	○	◻	D	⇨	▽		
Cargar placas negativas a la ensobradora.	●					a	<b>Puesto de Trabajo N°1:</b> Habilitado de placas
Trasladar placas negativas a la ensobradora.				●		b	
Cargar placas positivas a la ensobradora	●					a	
Trasladar placas positivas a la ensobradora.				●		b	
Habilitar placas negativas al agrupado manual.					●	c	
Colocar rolo separador a la máquina.					●	b	
Ensobrar placas positivas y agrupar con placas negativas.	●					a	<b>Puesto de Trabajo N°2:</b> Ensobrado de placas
Colocar placa negativa al grupo de placas.	●					a	<b>Puesto de trabajo N°3:</b> Agrupado de placas
Acomodar grupo de placas.		●				c	
Colocar grupo de placas en mesa rotatoria.					●	b	
Carga de grupo de placas a máquina COS.	●					a	<b>Puesto de trabajo N°4:</b> Carga de grupo de placas
Esperar soldado de straps en la máquina COS.					●	c	<b>Puesto de trabajo N°5:</b> Carga de grupo de placas y accionamiento de la máquina COS
Carga de grupo de placas a máquina COS.	●					a	
Acomodar espigas del grupo de placas.					●	b	
Accionar la máquina COS.					●	a	<b>Puesto de trabajo N°6:</b> Descarga y pintado de grupo de placas
Descargar y quitar rebabas del grupo de placas.	●					b	
Pintar straps del grupo de placas.	●					c	
Esperar soldado de straps en la máquina COS.					●	c	
Colocar lingote de plomo al crisol de la COS.	●					b	
Cortar rebabas de los grupos de placas.	●					c	<b>Puesto de trabajo N°7:</b> Corte de rebabas del grupo de placas
Coger caja y colocar en mesa.					●	b	<b>Puesto de trabajo N°8:</b> Encajonado
Encajonar grupos de placas en caja de batería.	●					a	
Acomodar grupos de placas con barra de plomo.		●				c	
Empujar batería a la faja de rodillos.	●					c	
Habilitar cajas al puesto de trabajo.					●	c	
Total		12	3	4	5	1	

Figura N°37: Diagrama de Desperdicio Hoja N°1.

Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA DE DESPERDICIOS							
Resumen Acumulado de Tipo de Actividades		Resumen			Elaborado por:		
Agregan valor (a)	17	Actividad	Símbolo	Cantidad	Cristhian Mendoza Morales.		
NAV pero es necesario (b)	20	Operación	○	27	Aprobado por: Jefe de Ingeniería de Producción.		
No agregan valor ó NAV (c)	12	Transporte	⇨	4			
% VA = ((a+b)/(a+b+c))*100	76%	Espera	□	6			
Diagrama Num: 1 Hoja Núm 2	Lugar: Línea de ensamble	Combinado	◻	11			
Método: Actual/Propuesto		Almacenamiento	▽	1			
Descripción	Símbolo					Tipo de actividad	Observaciones
	○	□	⇨	▽			
Total de hoja 1	12	3	4	5	1		
Soldar tabiques						a	<b>Puesto de trabajo N°9:</b> Soldado de tabiques
Habilitar batería al puesto de trabajo.						b	<b>Puesto de trabajo N°10:</b> Colocación de cubiertas
Colocar grasa a los postes de la batería.						b	
Colocar cubierta a la batería.						a	
Golpear cubierta para encajar.						c	
Colocar batería en la entrada de la selladora.						b	
Habilitar cubiertas al puesto de trabajo.						b	
Limpiar rebabas de la selladora.						b	
Sellar termicamente la cubierta y caja.						a	<b>Puesto de trabajo N°11:</b> Sellado
Habilitar batería al puesto de trabajo.						b	<b>Puesto de trabajo N°12:</b> Soldado de postes
Colocar bocinas a postes de baterías.						a	
Soldar postes de baterías.						a	
Retirar bocinas de postes.						a	
Habilitar baterías al siguiente puesto.						b	
Enfriar bocinas en balde de agua.						b	
Realizar prueba de hermeticidad.						a	<b>Puesto de trabajo N°13:</b> Prueba de hermeticidad
Codificar batería y estampar símbolo positivo.						a	<b>Puesto de trabajo N°14:</b> Codificado y estampado de batería
Cargar batería a parihuela.						a	<b>Puesto de trabajo N°15:</b> Apilado de baterías
Colocar parihuela en posición.						b	
Elevar parihuela a posición.						b	
Colocar cartón sobre parihuela.						b	
Embalar baterías.						b	
Colocar carro en posición.						c	
Cargar y descargar parihuela.						c	
Total	27	4	6	11	1		

Figura N°38: Diagrama de Desperdicio Hoja N°2.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°37 y Figura N°38, se observa que, las actividades de cada puesto de trabajo están clasificadas en tres tipos de actividad, las cuales son: actividades que agrega valor (a), actividades que no agrega valor, pero es necesario (b) y actividades que no agrega valor (c). Esta clasificación de actividades esta mencionada en las bases teóricas en la sección 2.2.1.3. Análisis de valor agregado.

#### 4.3.1.3 Elaboración de propuesta del nuevo método de trabajo

Luego de conocer a detalle la importancia y el tiempo que tiene cada actividad en su puesto de trabajo, se identificó al puesto de encajonado, como el puesto de mayor improductividad de la línea de ensamble. Para ello, se desarrolló un análisis de cómo se calculó y determinó la improductividad en los puestos de trabajo. Luego de realizar el análisis, se procedió a evaluar la propuesta, mediante el desarrollo de los gráficos de recorrido en dos situaciones de tiempo diferentes, como la situación antes y la situación después.

##### 4.3.1.3.1 Análisis de valor agregado

El análisis consistió en determinar la improductividad de cada puesto de trabajo. Para ello, primero se calculó el porcentaje de valor agregado de cada puesto, donde se aplicó la Fórmula N°1; finalmente, se procedió a calcular la improductividad, aplicando la Fórmula N°2. Entonces, luego de desarrollar el análisis de valor agregado, se obtuvieron resultados como el porcentaje de valor agregado y porcentaje de improductividad por cada puesto de trabajo, los cuales se pueden observar en la Tabla N°17.

Tabla N°17: Porcentaje de Improductividad por puesto de trabajo (PT)

PT	Tipo de actividad			Análisis de valor agregado	
	a	b	c	%VA	%Improductividad
PT N°1	2	3	1	83.33	16.67
PT N°2	1	0	0	100.00	0.00
PT N°3	1	1	1	66.67	33.33
PT N°4	1	0	1	50.00	50.00
PT N°5	2	1	0	100.00	0.00
PT N°6	0	2	2	50.00	50.00
PT N°7	0	1	0	100.00	0.00
PT N°8	1	1	3	40.00	60.00
PT N°9	1	0	0	100.00	0.00
PT N°10	1	5	1	85.71	14.29
PT N°11	1	0	0	100.00	0.00
PT N°12	3	3	0	100.00	0.00
PT N°13	1	0	0	100.00	0.00
PT N°14	1	0	0	100.00	0.00
PT N°15	1	4	2	71.43	28.57

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, para mostrar que el puesto de mayor improductividad es el puesto de trabajo N°8 encajonado, se procedió a realizar un diagrama Pareto, el cual se puede observar en la Figura N°39.



Figura N°39: Diagrama de Pareto de % improductividad por puesto de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora que tenemos claro el puesto a mejorar, entonces debemos analizar las causas raíces del problema, mediante la aplicación del diagrama Ishikawa, el cual se puede observar en la Figura N°40.

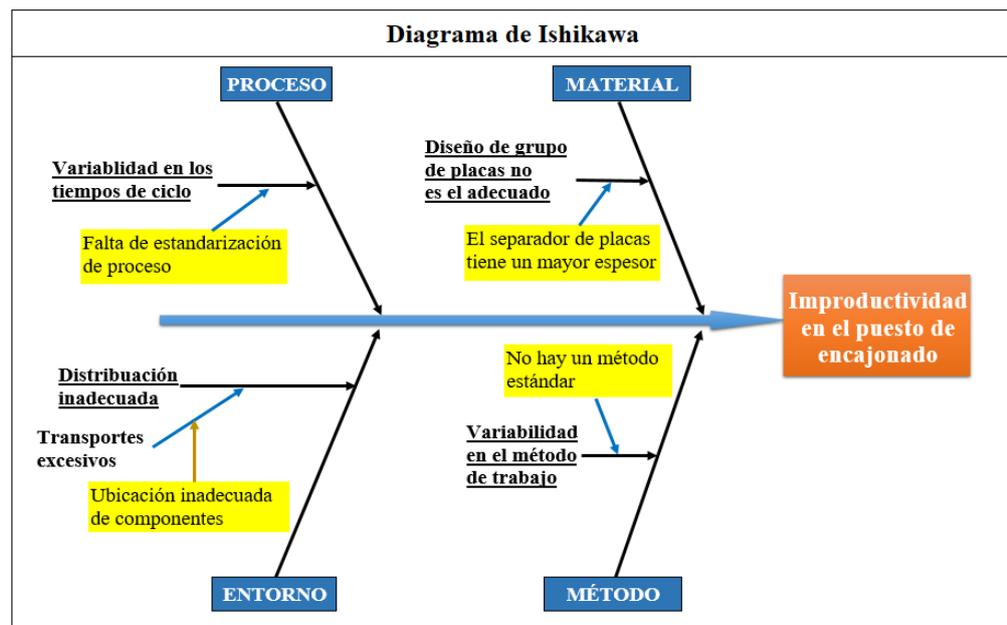


Figura N°40: Diagrama de Ishikawa de la improductividad en el puesto de encajonado.

Fuente: Elaboración propia.

En el presente Análisis de causa raíz, se obtuvieron las siguientes causas raíces:

- a. El separador de placas que tiene un mayor espesor; por ende, se pretenden realizar pruebas con otro separador de placas de menor espesor.
- b. No hay un método estándar; debido a que no se cuenta con un instructivo de trabajo en el puesto de encajonado.
- c. Falta estandarización de procesos; el cual se relaciona con la causa raíz anteriormente mencionada, por lo cual se desarrollará en dos fases: el estudio de métodos y el estudio de tiempos.
- d. Ubicación inadecuada de componentes; donde se aplicaron mejoras como: la implementación de un nuevo método de trabajo y la aplicación del balance de línea, los cuales tuvieron resultados que mejoraron la ergonomía y la distribución de materiales y herramientas del proceso de encajonado; que permitió mejorar la productividad de la línea de ensamble.

#### 4.3.1.3.2 Evaluación de la propuesta

A continuación, se evaluó la propuesta con el uso del Diagrama de recorrido, el cual estuvo aplicado al operario, donde se comparó el método antes y el método después, mediante el uso del porcentaje de movimientos innecesarios.

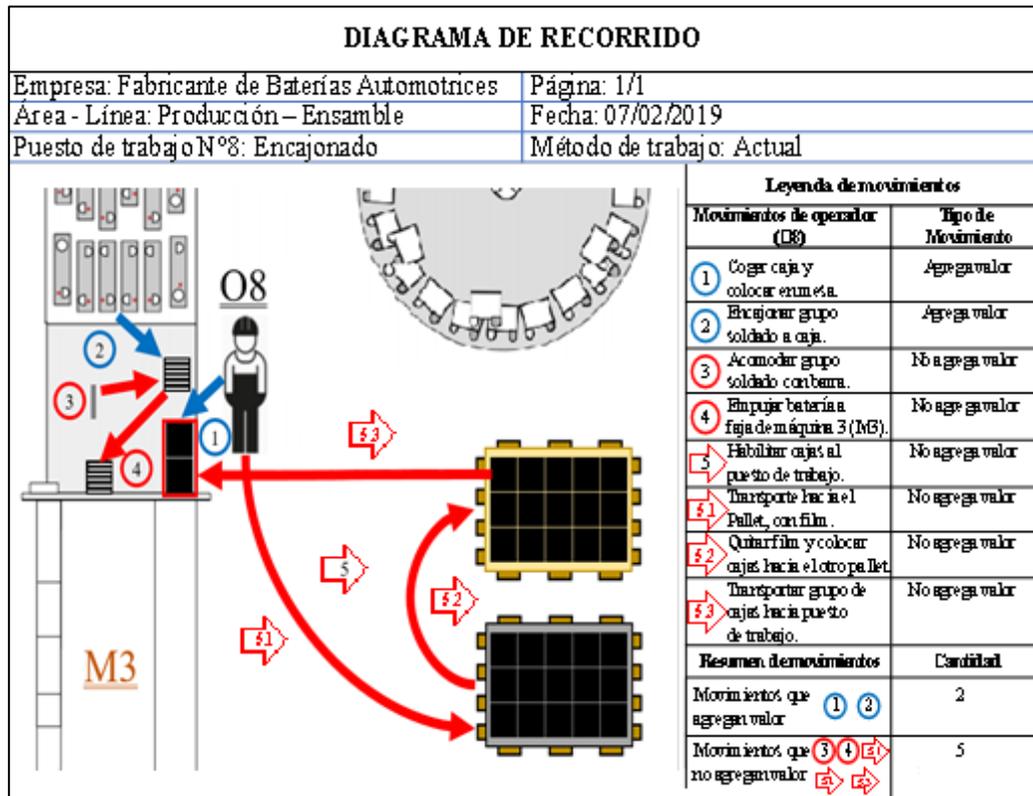


Figura N°41: Diagrama de Recorrido de la Línea de Ensamble actual.

Fuente: Elaboración propia.

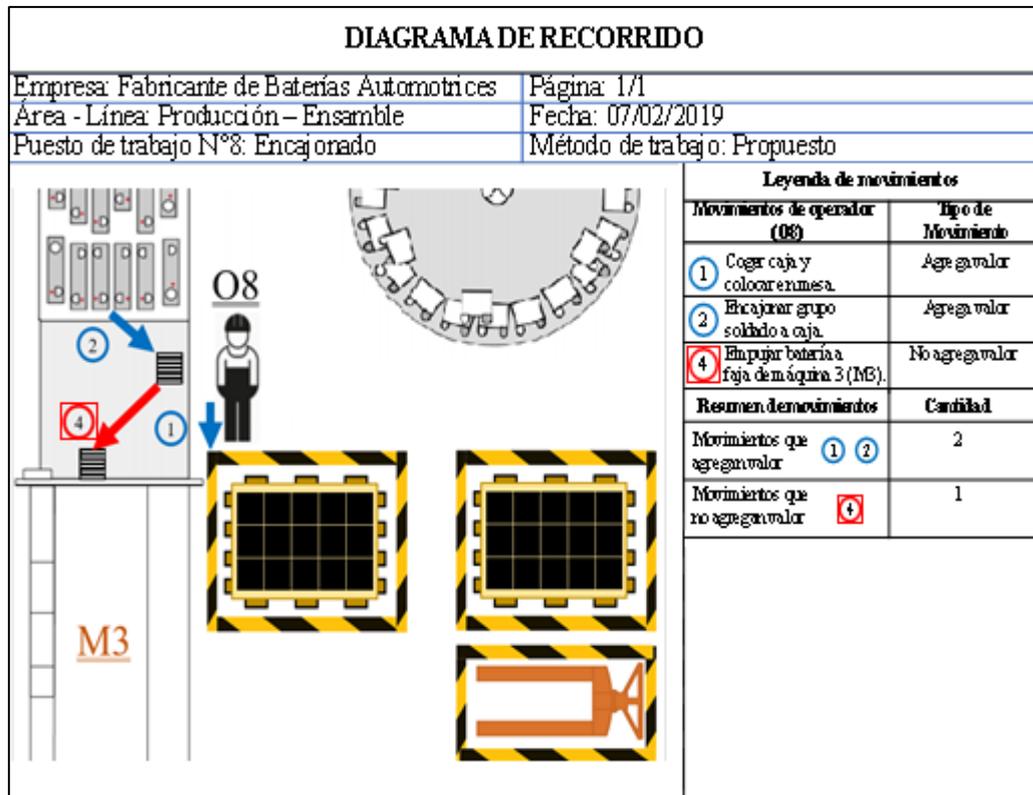


Figura N°42: Diagrama de Recorrido de la Línea de Ensamble Propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura N°41 y Figura N°42, se muestran cambios que permitieron reducir el número de movimientos del operador de encajonado. Los cambios realizados fueron los siguientes:

- a. El operador de encajonado ya no retira el film que envuelve a las cajas (Movimientos N°5.2). Esto se debe a que las cajas ahora son retiradas por la persona que abastece las cajas.
- b. El traspaso de cajas hacia la otra parihuela ya no se realiza manualmente (Movimiento N°5.1 y 5.3), debido a que otro operador de la línea de ensamble es el que retira la parihuela vacía y coloca la parihuela llena usando un carro manual de pallet.
- c. Por otro lado, el operador ya no almacena cajas en su puesto de trabajo (Movimiento N°5), sino solo coge las cajas desde la nueva ubicación que tiene la parihuela con cajas llenas. Estas nuevas ubicaciones de la parihuela con cajas llena, parihuela sin cajas y el carro manual de pallet, están marcados con cintas de demarcación amarilla.
- d. Finalmente, el operador ya no realiza la operación de acomodar los grupos soldados con una barra en la caja de la batería (Movimiento N°3); debido a que, el separador de los grupos soldados fue cambiado por un separador de menor espesor lo cual permitió eliminar algunos movimientos.

Los resultados de aplicar estos cambios se pueden observar en la Tabla N°18.

Tabla N°18: Comparación del método actual y el método propuesto

Movimientos del operador de encajonado	Número de movimientos Método Antes	Número de movimientos Método Después	% Mejora de Productividad en Encajonado
Movimientos que agregan valor	2	2	0.00%
Movimientos que no agregan valor	5	1	80.00%
Total, de movimientos	7	3	80.00%

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla N°18, luego de implementar la propuesta, se esperó que la mejora de la productividad en el puesto de encajonado fuera de un 80.00%.

#### 4.3.2 Aplicación del Estudio de Tiempos

Para la aplicación del estudio de tiempos se establecieron ciertos requisitos que se necesita conocer para poder aplicar el estudio de tiempos, estos requisitos se pueden observar en la sección 2.2.1.4.1 Requerimientos para la aplicación del estudio de tiempos; sin embargo, a continuación, se describe cada requisito previo para desarrollar el estudio de tiempos.

##### Requisito N°1: Cuadro de Stakeholders

En este cuadro se definieron las personas involucradas para la realización del estudio de tiempos, lo cual fue un valor agregado para plantear estrategias y tomar decisiones efectivas al momento de comunicarse y realizar capacitaciones. Esto se puede apreciar en la Figura N°43.

		NIVEL DE INTERES	
		ALTO	BAJO
NIVEL DE PODER	ALTO	Área de planeamiento	Área de almacén
	BAJO	Supervisor de producción	Líder de la línea de ensamble

Figura N°43: Nivel de interés por área.

Fuente: Elaboración propia.

##### Requisito N°2: Aplicación del estudio de métodos

Según lo aplicado en el estudio de métodos, se definieron puestos de trabajo donde se estudiaron y validaron los métodos y condiciones normales de trabajo. Además, se seleccionó un operador calificado por cada puesto de trabajo manual, esta relación de puestos de trabajo y métodos de trabajo, se puede observar en la sección 4.3.1.1. Descripción de actividades por puesto de trabajo.

Se puede mencionar como resumen, que se obtuvieron 15 puestos de trabajo, de los cuales diez son puestos de trabajo manual y cinco son puestos de trabajo máquina, como se puede observar en la Tabla N°19.

Tabla N°19: Número de operadores según puesto de trabajo (PT)

PT	Descripción de PT	Tipo PT (Manual / Máquina)	Número de operadores
PT 1	Habilitado de placas	Manual	1
PT 2	Ensobrado de placas	Máquina	0
PT 3	Agrupado de placas	Manual	2
PT 4	Carga de grupo de placas	Manual	1
PT 5	Carga de grupo de placas y accionamiento de máquina COS	Manual	1
PT 6	Descarga y pintado de grupo de placas	Manual	1
PT 7	Corte de rebabas del grupo de placas	Manual	1
PT 8	Encajonado	Manual	1
PT 9	Soldado de tabiques	Máquina	0
PT 10	Colocación de cubiertas	Manual	1
PT 11	Sellado	Máquina	0
PT 12	Soldado de postes	Manual	1
PT 13	Prueba de hermeticidad	Máquina	0
PT 14	Codificado y estampado de batería	Máquina	0
PT 15	Apilado de baterías	Manual	1
Total, de número de operadores en la línea de ensamble			11

Fuente: Elaboración propia.

### Requisito N°3: Materiales para el estudio de tiempos

Para realizar el estudio de tiempos necesitamos los siguientes materiales:

a. Cronómetro, el cual registra tiempos de manera continua. El cronometro digital que se utilizó se puede observar en la Figura N°44.



Figura N°44: Imagen de Cronómetro digital.

Fuente: Elaborado por el área de ingeniería de la empresa fabricante de baterías automotrices.

b. Tablero apropiado para colocar el formato de tiempos y posicionar bien el cronómetro. El tablero que se utilizó se puede observar en la Figura N°45.



Figura N°45: Tablero de formato de tiempos.

Fuente: Elaborado por el área de ingeniería de la empresa fabricante de baterías automotrices.

c. Formato de toma de tiempos.

Estos formatos se encuentran en los anexos siguientes: Anexo N°8, Anexo N°9 y Anexo N°10.

Luego de conocer los requisitos previos para realizar el estudio de tiempos, se procedió a desarrollar el procedimiento del estudio de tiempos, el cual se puede observar la sección 2.2.1.4.2 Procedimiento del estudio de tiempos. Sin embargo, a continuación, se puede observar la descripción de cada paso del procedimiento del estudio de tiempos, con la finalidad de obtener los tiempos estándares de cada puesto de trabajo.

#### 4.3.2.1 Cronometraje de los ciclos por puesto de trabajo

El cronometraje realizado a los puestos de trabajo, se detallan en el Anexo N°11. Sin embargo, a continuación, se mostrará un resumen de los tiempos observados por puesto de trabajo en la Tabla N°20.

Tabla N°20: Tiempo observado por puesto de trabajo (PT)

PT N°	Puestos de trabajo	T.O. (seg)	Target (seg)
PT1	Habilitado de placas	9.92	45
PT2	Ensobrado de placas	26.95	45
PT3	Agrupado de placas	21.70	45
PT4	Carga de grupo de placas y acceso	19.08	45
PT5	Carga de grupo de placas	7.08	45
PT6	Descarga y pintado de grupo de placas	7.08	45
PT7	Corte de rebabas	11.34	45
PT8	Encajonado	49.98	45
PT9	Soldado de tabiques	24.58	45
PT10	Colocación de cubiertas	18.51	45
PT11	Sellado térmico	18.95	45
PT12	Soldado de postes	13.75	45
PT13	Prueba de hermeticidad	40.76	45
PT14	Codificado y estampado	17.50	45
PT15	Apilado de baterías	8.40	45

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla N°20, se pueden observar los tiempos observados obtenidos por la toma de tiempos aplicado a cada puesto de trabajo, además se puede observar en la última columna el target de producción con el que planifica el área de programación de la producción. Esta relación se puede apreciar mejor en la Figura N°46, donde podemos observar al puesto N°8 (PT8), que es el puesto de encajonado, es el puesto que se encuentra por encima del tiempo target de producción, lo que significa que el área de programación de la producción realizaba su planificación con una velocidad que no era el que realmente generaba la línea de ensamble.

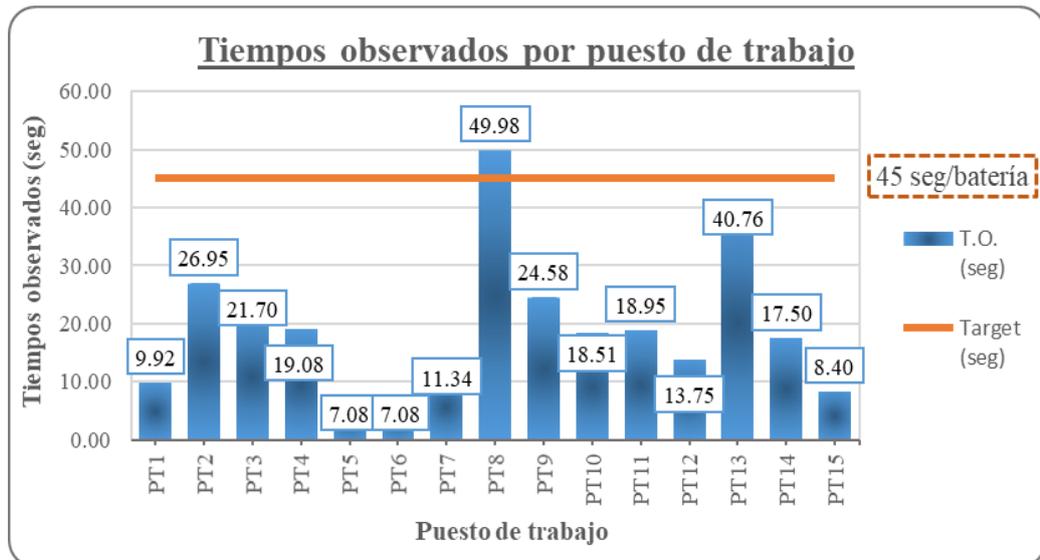


Figura N°46: Tiempos observados por puesto de trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3.2.2 Definir el número de observaciones

Según Figura N°46, podemos observar que el cuello de botella para la fabricación de una batería seca es el puesto de Encajonado (PT8). Entonces el tiempo medio observado para la fabricación de una batería seca es de 49.98 segundos.

Por lo tanto, se tiene la Figura N°16, el cual muestra el número de ciclos recomendados por la General Electric Company, de donde podemos obtener el siguiente resumen que se puede observar en la Tabla N°21.

Tabla N°21: Número recomendados de ciclos de observaciones

Tiempo de ciclos (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.75	40
1.00	30

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Niebel (2014), Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, p.308.

En la Tabla N°21, necesitamos convertir el tiempo observado de segundos a minutos.

$$TO = 49.98 \text{ seg} * \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}\right) = 0.83 \text{ min}$$

Entonces, en la Tabla N°21, 0.83 min está por encima de 0.75 min, por lo que se aproxima al valor de 1, entonces, el número de observaciones son iguales a 30.

Podemos mencionar los siguientes puntos:

- a. Necesitamos 30 observaciones como recolección de datos para el puesto de encajonado.
- b. Entonces requerimos tomar 20 observaciones más para completar las 10 observaciones que ya se habían tomado, en la primera recolección de datos.

#### 4.3.2.3 Definir la calificación del operario en su puesto de trabajo

Para realizar la calificación del operario en su puesto de trabajo se tuvo que seleccionar el método de valoración, en donde se seleccionó la Escala Base 100 debido a que es la más usada y recomendada por los creadores del MTM (Methods Time Measurement). Además, en la empresa fabricante de baterías automotrices no se había realizado estudio de tiempos anteriormente. Por otro lado, con la ayuda de una analista del estudio del trabajo se validaron las calificaciones que fueron asignadas a cada operador de cada puesto de trabajo. Entonces, de acuerdo a los valores denominados por el MTM y a la experiencia del analista se desarrollaron las siguientes calificaciones, las cuales se pueden observar en la Tabla N°22.

Tabla N°22 :Escala de valoración Base 100

Símbolo	Descripción	Escala	Valor para el cálculo del TN
ML	Muy Lento	80	0.80
L	Lento	90	0.90
N	Normal	100	1.00
R	Rápido	110	1.10
MR	Muy Rápido	120	1.20

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Noriega y Díaz, (2000), Técnica para el estudio del trabajo, p.118.

Para definir si la calificación se aplicará a cada observación o a cada actividad o elemento, se tuvo que consultar al analista y a los libros de estudio de tiempo, donde en el libro de Niebel B. y Freivalds A. (2014), menciona que para ciclos

cortos de una duración menor o igual a 0.20 minutos (12 segundos) con trabajos repetitivos, es costumbre aplicar una calificación por cada elementos o actividad. Sin embargo, cuando los elementos son largos con ciclos mayores a 12 segundos, resulta más práctico evaluar el desempeño de cada elemento conforme ocurra. Por lo tanto, como en el presente estudio de tiempos se obtuvieron ciclos cortos por actividad, entonces se debe de aplicar una calificación por cada actividad o elemento. Estas calificaciones aplicadas a cada operador en su puesto de trabajo se pueden ver en el Anexo N° 12.

#### 4.3.2.4 Cálculo del tiempo normal por puesto de trabajo

Para realizar el cálculo del tiempo normal de cada puesto de trabajo, se aplicó la Fórmula N°3. Estos cálculos realizados, se pueden observar con más detalle en el Anexo N°12. Sin embargo, podemos apreciar en la Tabla N°23, un resumen de los tiempos normal por puesto de trabajo.

Tabla N°23: Tiempo observado y tiempo normal por puesto de trabajo

PT N°	Puestos de trabajo	T.O. (seg)	T.N. (seg)
PT1	Habilitado de placas	9.92	9.65
PT2	Ensobrado de placas	26.95	26.95
PT3	Agrupado de placas	21.70	23.27
PT4	Carga de grupo de placas y acceso	19.08	19.08
PT5	Carga de grupo de placas	7.08	7.08
PT6	Descarga y pintado de grupo de placas	7.08	7.07
PT7	Corte de rebabas	11.34	11.34
PT8	Encajonado	49.98	53.22
PT9	Soldado de tabiques	24.58	24.58
PT10	Colocación de cubiertas	18.51	17.07
PT11	Sellado térmico	18.95	18.69
PT12	Soldado de postes	13.75	13.31
PT13	Prueba de hermeticidad	40.76	40.76
PT14	Codificado y estampado	17.50	17.50
PT15	Apilado de baterías	8.40	8.30

Fuente: Elaboración Propia

En el Tabla N°23, existen cinco puestos de trabajo que están resaltados, estos puestos tienen como similitud la variación del tiempo observado (TO) y el tiempo normal (TN), debido a que el tiempo observado ha sido afectado por la valoración. Por lo tanto, se puede deducir, que estos puestos de trabajo son los de mayor complejidad para el operario, lo cual afecta a la productividad de la línea de ensamble. Esta variación se puede observar en la Figura N°47, donde se encuentra encerrado las variaciones de tiempos con un círculo rojo.

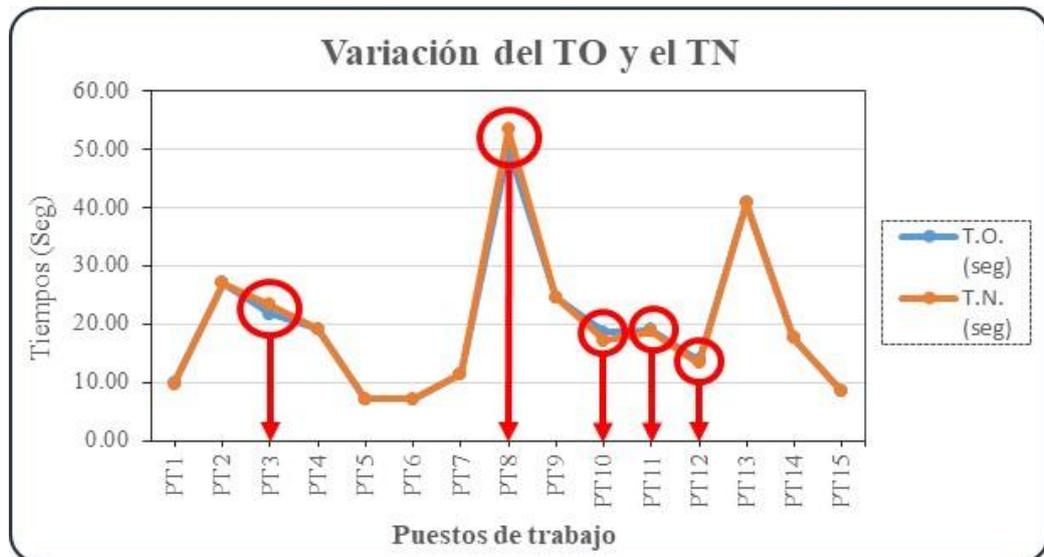


Figura N°47: Variación del TO y el TN.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°47, se observa dentro de los puestos de trabajo que presentan variación en sus tiempos encontramos un puesto de trabajo máquina (PT11), que es el sellado térmico, debido a que contiene una actividad de máquina como tal donde su valoración es uno, y por otro lado una actividad de limpieza durante su tiempo de operación, donde esta actividad de limpieza lo realiza el operador del puesto de trabajo de colocación de cubiertas.

Entonces, podemos mencionar que la distribución de actividades en ese puesto de trabajo no es la adecuada debido a que puede existir una saturación de carga de trabajo en el puesto de colocación de cubiertas.

#### 4.3.2.5 Asignación de suplementos por puesto de trabajo

Para asignar suplementos a las actividades realizadas por el operador en su puesto de trabajo, se necesita seleccionar un método de asignación de suplementos, donde

para el desarrollo del estudio de tiempos se seleccionó la Tabla de la OIT (Oficina Internacional del Trabajo), debido a que su aplicación resulta simple y queda librada a un adecuado criterio del analista. Dentro de los suplementos que contiene la tabla OIT, se clasifican en dos tipos de suplementos: Suplementos Constantes y Suplementos Variables, donde para ambos tipos los divide en hombres y mujeres; por ende, solo se seleccionó los suplementos aplicados a hombres porque en la línea de ensamble se cuenta con varones. Por otro lado, según la tabla de OIT, los suplementos constantes se dividen en suplementos por necesidades personales y suplementos por fatiga; y los suplementos variables se dividen en suplementos por trabajar de pie, por postura anormal, por uso de fuerza, mala iluminación y otros, los cuales se pueden ver en el Anexo N°13. Para el presente estudio, se tuvo que seleccionar que suplementos variables se tomarían en cuenta, y cuál de estos suplementos se podría considerar dentro de los suplementos constantes. Entonces, luego de analizar con el analista del estudio del trabajo las condiciones de los puestos de trabajo en la línea de ensamble, se obtuvieron los siguientes suplementos, los cuales se pueden observar en la Tabla N°24.

Tabla N°24: Suplementos por cada puesto de trabajo de la OIT (Organización Internacional de trabajo)

Tipo de Suplementos	Símbolo	Descripción del suplemento	Valor OIT	Valor para el cálculo del TS
Suplementos Constantes	S1	Suplemento por necesidades personales	5	0.05
	S2	Suplemento por fatiga	4	0.04
	S3	Suplemento por trabaja de pie	2	0.02
Suplementos Variables	S4	Suplemento por postura anormal – Postura inclinada	2	0.02
	S5	Suplemento por uso de fuerza o energía muscular	5kg – 1	5kg – 0.01
			10kg – 2	10kg – 0.02
25kg – 9			25kg – 0.09	

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Kanawaty (1996). Obtenido de Introducción al estudio de trabajo, p.308.

En la Tabla N°24, el suplemento por trabajo de pie que según la tabla OIT pertenece al grupo de suplementos variables, se consideró incluir dentro del grupo de suplementos constantes; debido a que, en todos los puestos de trabajo los

operadores realizan sus actividades de pie en todo su jornada o turno y no cuentan con pisos anti fatigas.

#### 4.3.2.6 Cálculo del tiempo estándar por puesto de trabajo

Para realizar el cálculo del tiempo estándar de cada puesto de trabajo, se aplicó la Fórmula N°4. Estos cálculos realizados, se pueden observar con más detalle en el Anexo N°14. Sin embargo, a continuación, hemos mostrado un resumen de los tiempos de ciclo, tiempos de ciclo normal y tiempos de ciclo estándares por puesto de trabajo, los cuales se pueden observar en la Tabla N°25.

Tabla N°25: Tiempo observado, normal y estándar por puesto de trabajo

PT N°	Descripción del puesto de trabajo	T.O. (seg)	T.N. (seg)	T.S. (seg)
PT1	Habilitado de placas	9.92	9.65	10.84
PT2	Ensobrado de placas	26.95	26.95	26.95
PT3	Agrupado de placas	21.70	23.27	26.02
PT4	Carga de grupo de placas y acceso	19.08	19.08	21.25
PT5	Carga de grupo de placas	7.08	7.08	7.92
PT6	Descarga y pintado de grupo de placas	7.08	7.07	7.89
PT7	Corte de rebabas	11.34	11.34	12.59
PT8	Encajonado	49.98	53.22	59.15
PT9	Soldado de tabiques	24.58	24.58	24.58
PT10	Colocación de cubiertas	18.51	17.07	19.02
PT11	Sellado térmico	18.95	18.69	18.99
PT12	Soldado de postes	13.75	13.31	14.77
PT13	Prueba de hermeticidad	40.76	40.76	40.76
PT14	Codificado y estampado	17.50	17.50	17.50
PT15	Apilado de baterías	8.40	8.30	9.42

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3.3 Desarrollo de indicadores

Luego de haber obtenido los tiempos estándares de cada puesto de trabajo de la línea de ensamble, tenemos como importancia desarrollar indicadores que puedan representar en este capítulo, la situación actual de la empresa fabricante de baterías automotrices. Por ende, se desarrollaron indicadores que permitieron medir la productividad de la línea de ensamble. Los cuáles fueron desarrollados teniendo como información base, los tiempos estándares de cada puesto de trabajo.

#### 4.3.3.1 Cálculo de la capacidad de producción

Para realizar el cálculo de la capacidad de producción, primero hemos calculado la carga de trabajo para cada puesto de trabajo de la línea de ensamble, donde hemos aplicado las fórmulas que corresponden a los tres tipos de capacidad de producción con el objetivo de obtener la carga de trabajo real para cada puesto de trabajo de la línea de ensamble.

Es decir, cuando se calculó la carga de trabajo de diseño se aplicó la fórmula de la capacidad de producción de diseño, luego cuando se calculó la carga de trabajo efectiva se aplicó la fórmula de la capacidad de producción efectiva y por último cuando se calculó la carga de trabajo real se aplicó la fórmula de la capacidad de producción real.

Por tal razón, al calcular la carga de trabajo ya teníamos los cálculos de los tres tipos de capacidad de producción. Entonces, luego de describir cuales fueron los tres tipos de capacidad de producción, se hizo un análisis de las cargas de trabajo máximo y mínimo, los cuales clarificaron la propuesta de aplicar el balance de línea con la finalidad de mejorar la eficiencia del balance de la línea de ensamble.

##### 4.3.3.1.1 Carga de trabajo

La carga de trabajo representa la cantidad de trabajo asignada a cada puesto de trabajo, por lo que es importante conocerla, debido a que, con esta información podemos saber cuantitativamente la saturación de trabajo que pueda existir en cada puesto. Además, también nos servirá para saber si la línea de ensamble, está bien balanceado o si requiere de un balance de línea.

Para calcular la carga de trabajo, se aplicó la Fórmula N°11.

$$CT = \frac{1}{59} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}}$$

$$CT = 61 \frac{\text{baterías}}{\text{horas}}$$

Estos cálculos realizados, se pueden observar con más detalle en la Tabla N°26, donde el Tiempo estándar (TS) que estaba en segundos por unidad, se convierte en TS, pero en horas por unidad; luego de realizar esta conversión recién podemos calcular la carga de puesto de trabajo, el cual está en unidades por hora.

Tabla N°26: Cargas de trabajo en los puestos de trabajo (PT)

PT N°	Puestos de trabajo	T.S. (seg)	T.S. (h)	Carga de trabajo (und /h)
PT1	Habilitado de placas	10.84	0.0030	333
PT2	Ensobrado de placas	26.95	0.0075	134
PT3	Agrupado de placas	26.02	0.0072	139
PT4-PT6	Estación de soldado de placas	21.25	0.0059	170
PT7	Corte de rebabas	12.59	0.0035	286
<b>PT8</b>	<b>Encajonado</b>	<b>59.15</b>	<b>0.0164</b>	<b>61</b>
PT9	Soldado de tabiques	24.58	0.0068	147
PT10	Colocación de cubiertas	19.02	0.0053	190
PT11	Sellado térmico	18.99	0.0053	190
PT12	Soldado de postes	14.77	0.0041	244
<b>PT13</b>	<b>Prueba de hermeticidad</b>	<b>40.76</b>	<b>0.0113</b>	<b>89</b>
PT14	Codificado y estampado	17.50	0.0049	206
PT15	Apilado de baterías	9.42	0.00	382

Fuente: Elaboración Propia.

Esta Tabla N°26, se puede interpretar mejor en un gráfico, donde se puede relacionar el Tiempo estándar (TS) y la Carga de trabajo, los cuales tienen una relación inversa, debido a la fórmula de la carga de puesto de trabajo.

Como se puede observar en la Figura N°48, existen dos puestos de trabajo sombreados de rojo, que son el puesto de encajonado (PT8) y puesto de hermeticidad (PT13) que son los puestos cuello de botella, donde debido a su relación inversa, estos puestos de trabajo presentan la menor carga o cantidad de trabajo, es decir, son los puestos que limitarán la capacidad de la línea de ensamble.

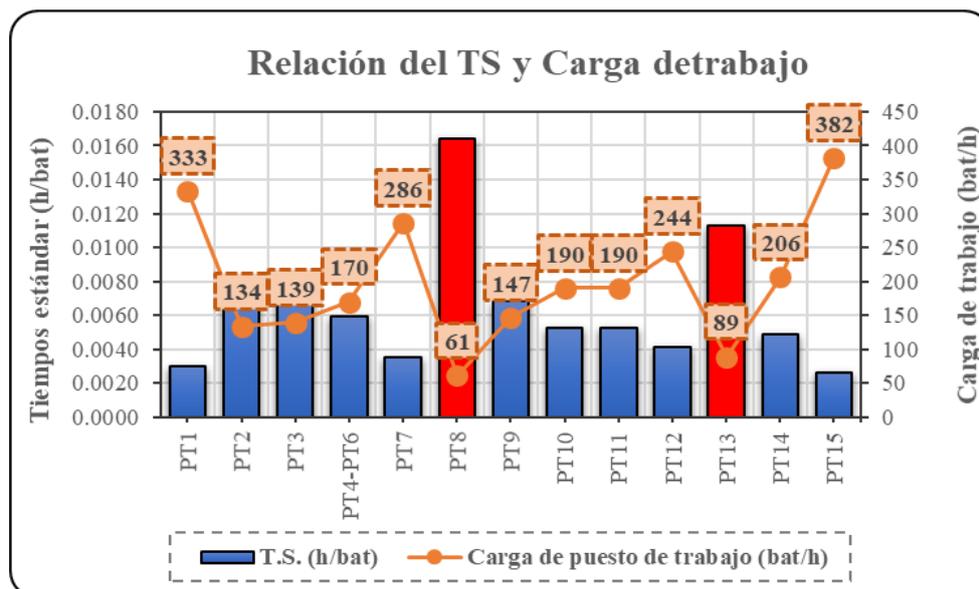


Figura N°48: Relación del TS y Carga de trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3.3.1.2 Desarrollo del cálculo de la capacidad de producción

La capacidad de producción nos permite realizar planificaciones a corto, mediano y largo plazo, para ello se deben tomar decisiones a nivel operativo, táctico y estratégico. Para ello se debe determinar la capacidad de producción, en este caso aplicado a la línea de ensamble; es decir; calcular la capacidad de la línea de ensamble para fabricar una batería automotriz.

Dentro del camino para saber cuál es la capacidad de producción, vamos a enfrentar diferentes casuísticas como son las paradas programadas y no programadas, pérdida de rendimiento que pueden ser por factores máquina, operadores y otros; las cuales afectan a la línea de ensamble. Por ende, existen tipos de capacidad de producción, como son: la capacidad de diseño, capacidad efectiva y capacidad real. Para conocer las definiciones con más detalle de estos tipos de capacidad de producción, podemos ir al punto de bases teóricas, en la sección 2.2.1.8 Capacidad de producción.

Para el cálculo de esta capacidad de producción, primero debemos de conocer el indicador de carga de puesto de trabajo, el cual ya fue calculado en el punto anterior. Luego debemos de convertir sus unidades de este indicador, de unidades por hora a unidades por turno, debido a que, en un turno podemos tener un mejor análisis aplicado a los operadores, máquinas y otras casuísticas que pueden ocasionar paradas y pérdidas de rendimiento en la línea de ensamble.

a.- Para obtener la carga de trabajo en unidades por turno, se aplicó la Fórmula N°11.

$$CTt = \frac{3600}{59.15 \frac{\text{segundos}}{\text{batería}}} * \frac{8 \text{ h}}{1 \text{ t}}$$

$$CTt = 487 \frac{\text{baterías}}{\text{turno}}$$

Estos cálculos realizados, se pueden observar con más detalle en la siguiente tabla, donde el Tiempo estándar (TS) que estaba en segundos por unidad, se convierte en TS, pero en horas por unidad; luego de realizar esta conversión recién podemos calcular la carga de puesto de trabajo, el cual está en unidades por hora.

b.- Luego de calcular la carga de trabajo por turno (CTt), la cual se podría interpretar como una carga de trabajo de diseño, debemos calcular la carga de trabajo efectiva (CTef). Para ello necesitamos conocer los suplementos que existen en los puestos de trabajo, los cuales ya fueron calculados para calcular el tiempo estándar, en esto caso usaremos un factor general de suplementos que será aplicado a todos los puestos de trabajo, este factor de suplementos (Fs) es de 14%. Por lo tanto, para obtener la carga de trabajo efectiva (CTef) en unidades por turno, se aplicó la Fórmula N°9.

$$CTef = 487 \frac{\text{baterías}}{\text{turno}} * (1 - 0.14)$$

$$CTef = 419 \frac{\text{baterías}}{\text{turno}}$$

c.- Luego de calcular la carga de trabajo efectiva (CTef) se tiene que calcular la carga de trabajo real (CTre). Para ello necesitamos conocer los factores que son inherentes en el proceso de ensamble, es decir un factor que englobe los problemas que puedan ocurrir en la línea de ensamble, teóricamente lo conocen como factor de merma inherente al proceso, en esta investigación se tomó como este factor al indicador de Eficiencia General de los Equipos (EGE) de la línea de ensamble del periodo del tercer trimestre del 2018. Este factor EGE fue de 82.41% para ese periodo. Para el cálculo de la carga de trabajo real en unidades por turno, se aplicó la Fórmula N°10.

$$CT_{\text{real}} = 419 \frac{\text{baterías}}{\text{turno}} * (82.41\%)$$

$$CT_{\text{real}} = 345 \frac{\text{baterías}}{\text{turno}}$$

A continuación, en la Tabla N°27, se muestran los resultados de los otros puestos de trabajo donde se aplicaron la Fórmula N°8, Fórmula N°9 y Fórmula N°10.

Tabla N°27: Carga de trabajo real por puesto de trabajo (PT)

PT N°	Puestos de trabajo	CT (und /h)	CTt (und / turno)	CTef (und / turno)	CTre (und / turno)
PT1	Habilitado de placas	333	2657	2285	1883
PT2	Ensobrado de placas	134	1069	919	758
PT3	Agrupado de placas	139	1108	953	785
PT4-PT6	Estación de soldado de placas	170	1356	1166	961
PT7	Corte de rebabas	286	2288	1968	1622
<b>PT8</b>	<b>Encajonado</b>	<b>61</b>	<b>487</b>	<b>419</b>	<b>345</b>
PT9	Soldado de tabiques	147	1172	1008	831
PT10	Colocación de cubiertas	190	1515	1303	1074
PT11	Sellado térmico	190	1517	1305	1075
PT12	Soldado de postes	244	1950	1677	1382
<b>PT13</b>	<b>Prueba de hermeticidad</b>	<b>89</b>	<b>707</b>	<b>608</b>	<b>501</b>
PT14	Codificado y estampado	206	1646	1416	1167
PT15	Apilado de baterías	382	3056	2628	2166

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°27, nos permiten obtener los tipos de capacidad mencionados al comienzo de este punto. Como se puede apreciar en la tabla, hay dos filas resaltadas, donde se muestran los puestos de trabajo como son encajonado y prueba de hermeticidad, las cuales tienen menor carga de trabajo en todos los resultados obtenidos. Sin embargo, el puesto de encajonado es la de menor carga

de trabajo, entonces esto quiere decir que la línea de ensamble tiene como capacidad de producción al puesto de encajonado. Por lo tanto, las fórmulas detalladas anteriormente como son: carga de trabajo de diseño, carga de trabajo efectiva y carga de trabajo real, estas fórmulas aplicadas fueron desarrolladas para calcular los tres tipos de capacidad de producción, la cuales se pueden observar en la Tabla N°28.

Tabla N°28: Cálculo de capacidades de producción en línea de ensamble

Tipo de capacidad de producción	Valor (unidad/turno)
Capacidad de diseño	487
Capacidad efectiva	419
Capacidad real	345

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe resaltar que, para hacer el cálculo de cada tipo de capacidad de producción, se aplicaron las mismas fórmulas mencionadas anteriormente, pero solamente fueron aplicadas al puesto de trabajo que es cuello de botella que es el puesto de encajonado (PT8).

Entonces al tener la tabla N°27 y la Tabla N°28, se puede relacionar ambas variables, como son: La carga de trabajo real por puesto de trabajo y la capacidad real de la línea de ensamble; ambas en unidades por turno.

Por lo tanto, se puede mencionar de esta relación es que a pesar que existan puestos de trabajo que tengan mayores cargas de trabajo real, la capacidad de producción real de la línea de ensamble siempre va ser el puesto de encajonado, debido a que es el puesto que marca el ritmo de producción. Por ello, se puede observar en el gráfico, con un círculo rojo, que la carga de trabajo real y la capacidad de producción real son iguales. Por lo tanto, si mejoramos el puesto de encajonado; es decir, si aumentamos la capacidad de producción o reducimos su tiempo de ciclo, podemos incrementar la capacidad de producción de la línea de ensamble y por ende su productividad.

Por otro lado, en la Figura N°49, podemos observar líneas verticales punteadas de color rojo; donde, las líneas verticales más grandes son las de mayor carga de trabajo; es decir son puestos que pueden producir más. Dentro de estos puestos que pueden producir más se encuentran: Puesto de habilitado de placas (PT1), puesto de corte de rebabas (PT7), puesto de soldado de postes (PT12) y el puesto de apilado de baterías (PT15); donde cabe mencionar que estos puestos de trabajo son puestos manuales, es decir dependen del operador. Por lo tanto, podemos concluir de esta observación que, se debería balancear la línea de ensamble, para optimizar los recursos de dicha línea y luego del balance se tiene que estandarizar estos puestos de trabajo mencionados anteriormente. Esta optimización de recursos ayudaría a equilibrar las cargas de trabajo y mejorar la productividad de la línea de ensamble.

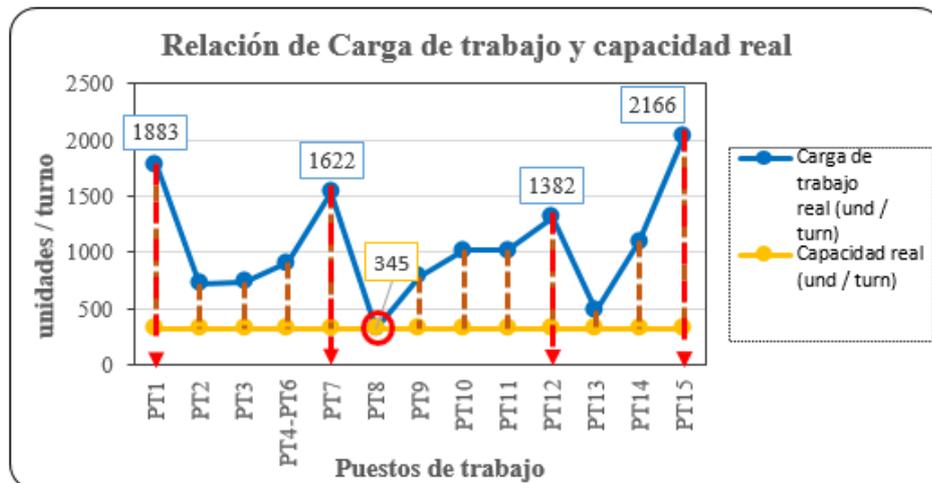


Figura N°49: Relación de carga de trabajo y capacidad real.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°49, el puesto de trabajo de mayor carga es el puesto de apilado de baterías, el cual tiene como carga de trabajo real (CTreal) 2166 unidades por turno. Por otro lado, la capacidad de producción real (CPreal) es de 345 unidades por turno. Por lo que, debemos de mejorar este equilibrio de línea aplicando un balance a la línea de ensamble.

#### 4.3.3.2 Cálculo de la eficiencia de línea

Con los valores de capacidad de producción de diseño, capacidad de producción efectiva y capacidad de producción real; podemos calcular la eficiencia de la línea

de ensamble. Para ello, debemos conocer los conceptos básicos de la eficiencia de producción.

La eficiencia de producción es determinada por la división entre la capacidad de producción real (CP<sub>real</sub>) y la capacidad de producción efectiva (CP<sub>efec</sub>); donde la relación de eficiencia la obtenemos según se acerca al índice de 100%. Por lo tanto, se aplicó la Fórmula N°12:

$$\% \text{Eficiencia} = \frac{345 \frac{\text{baterías}}{\text{turno}}}{419 \frac{\text{baterías}}{\text{turno}}} * 100$$

$$\% \text{Eficiencia} = 82.41\%$$

Como podemos observar tenemos un 82.41% de eficiencia en la línea de ensamble. Para el cálculo de esta eficiencia debemos de tener en cuenta que la capacidad de producción efectiva se dividió entre el indicador de Eficiencia de la eficiencia general de los equipos del tercer trimestre del año 2018. Este indicador EGE, es muy usado por el área de producción para ver la situación actual de la empresa. Por lo tanto, se tiene como meta alcanzar una eficiencia de la línea de ensamble en un 90% para este semestre del año 2019. Por ende, debemos de aplicar herramientas que incrementen el rendimiento de la línea de ensamble, como es el ciclo de estandarización de procesos o ciclo SDCA, donde dentro de la aplicación de este ciclo se desarrollaron las herramientas como el estudio de métodos y tiempos, y el balance de línea. La implementación de estas herramientas se vio en el siguiente capítulo de la presente investigación.

#### 4.3.3.3 Cálculo de la productividad

Para el cálculo de la productividad, se usó un indicador base como son las horas hombre, que es la unidad convencional para cuantificar las horas de presencia o intervención de operadores en un proceso o actividad. Este cálculo es de suma importancia para la planificación de un lote de producción; es decir, cuando se origina una orden de fabricación de un cierto tamaño de producción, lo cual requiere asignación de personal. Además, este tipo de cálculos también permite establecer el costo de mano de obra directa del proceso de ensamblaje de una batería automotriz.

El análisis de calcular las horas hombre surge a partir de conocer exactamente las horas hombre asignadas al costo de producción; debido a que, como se ha visto en el análisis de valor, existe un porcentaje importante que son horas hombre desperdicio; es decir, que existen horas hombre que no se usaron para producir baterías por ende esto es reflejado en la eficiencia o rendimiento, y esto impacta negativamente a la productividad y competitividad de la empresa. El indicador de horas hombre trabajadas se usa preferentemente cuando hay grandes variaciones en la fábrica, como es el caso de la producción por pedidos que tiene la empresa fabricante de baterías automotrices. Se tomó como base la capacidad total en horas hombre; es decir, se tomó como base las 8 horas trabajadas en un turno, por lo que tuvimos un indicador de horas hombre teórico y luego un indicador de hombre real.

Para poder determinar las horas hombre teórico se realizaron los siguientes pasos:

a. Primero, se conoció el tiempo de ciclo estándar de ensamblar una batería. Entonces, según lo determinado en la Tabla N°26, donde se obtuvo 59.15 segundos por batería como tiempo de ciclo estándar.

b. Segundo, se convirtió el tiempo de ciclo estándar de segundos por batería a horas por batería.

$$TS = 59.15 \frac{\text{segundos}}{\text{batería}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ segundos}}$$

$$TS = 0.0164 \frac{\text{horas}}{\text{batería}}$$

c. Tercero, se determinaron cuántos operadores trabajaban en la línea de ensamble. Entonces, según lo determinado en la Tabla N°19, tenemos 11 operadores en la línea.

d. Por último, se aplicó la fórmula N°13:

$$H - H \text{ teó} = 0.0164 \frac{\text{horas}}{\text{batería}} * 11 \text{ operadores}$$

$$H - H \text{ teó} = 0.1807 \frac{H - H \text{ teó}}{\text{batería}}$$

Ahora, para poder determinar las horas hombre reales, se realizaron los siguientes pasos:

a. Primero, se conocieron las horas trabajadas totales, sin contar el tiempo libre que tengan los operadores. Entonces, tuvimos como información que la empresa trabaja 7 horas por turno.

b. Segundo, se determinaron cuántos operadores trabajan en la línea de ensamble. Entonces según lo mencionado anteriormente, obtuvimos 11 operadores en la línea.

c. Tercero, se determinaron las horas hombre por turno, por lo tanto, se aplicó el siguiente cálculo:

$$H - H t = 7 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} * 11 \text{ operadores}$$

$$H - H t = 77 \frac{H - H}{\text{turno}}$$

d. Cuarto, se determinó cuánto es la capacidad de producción real por turno. Entonces, según lo determinado en la Tabla N°28, obtuvimos 345 unidades por turno, como capacidad de producción real.

e. Quinto, se aplicó la Fórmula N°14.

$$H - H \text{ real} = \frac{77 \frac{H - H}{\text{turno}}}{345 \frac{\text{baterías}}{\text{turno}}}$$

$$H - H \text{ real} = 0.2231 \frac{H - H \text{ real}}{\text{baterías}}$$

f. El último paso para calcular la productividad, es comparar las horas hombre teóricas con las horas hombre reales, esta comparación se realizó aplicando la Fórmula N°15.

$$Ple = \left( \frac{0.1807 \frac{H - H \text{ teó}}{\text{baterías}}}{0.2231 \frac{H - H \text{ real}}{\text{baterías}}} \right) * 100$$

$$Ple = 81.01\%$$

En la tabla N°29, luego de haber explicado todos los cálculos, podemos mostrar un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla N°29: Cálculo de la productividad (Antes)

Indicador	Resultado
Tiempo de ciclo (seg/unidades)	59.1500
Tiempo de ciclo (horas/unidades)	0.0164
Número de operadores	11
Horas-Hombre teórico	0.1807
Horas trabajadas (horas reales/turno)	7
Número de operadores real	11
Horas-Hombre Real (H-H reales/turno)	77
Producción por turno (unidades/turno)	345
Horas-Hombre reales	0.2231
<b>Productividad</b>	<b>81.01%</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Presentación de resultados de la situación antes

##### 4.4.1 Resultados obtenidos de la capacidad de producción antes

Para obtener los resultados de la capacidad de producción, de la muestra antes, se aplicaron las fórmulas correspondientes para su cálculo; en estas fórmulas se usaron ciertos datos como:

- a. El factor suplemento (Fs) que fue de 14%, para el cálculo de la capacidad de producción efectiva.
- b. El indicador EGE que fue de 82.41%, para el cálculo de la capacidad de producción real.

Las fórmulas que se utilizaron fueron obtenidas de la sección 2.2.1.8 Capacidad de producción:

1. Capacidad de diseño, Fórmula N°8:

$$CPd = \frac{3600}{TS} * \frac{8h}{1turno}$$

2. Capacidad de efectiva, Fórmula N°9:

$$CPef = Cd * Fs$$

3. Capacidad real, Fórmula N°10:

$$CPreal = CPef * EGE$$

En la Tabla N°30, se pueden observar los tres tipos de capacidad de producción para cada modelo de batería, donde la columna CPreal Antes (Bat/Turno) fue la que se usó para comparar muestras, la cual se desarrolló en el análisis de resultados.

Tabla N°30: Resultados de las capacidades de producción antes

N°	Código	Tc Antes (Seg/Bat)	CPd Antes (Bat/Turno)	CPef Antes (Bat/Turno)	CPreal Antes (Bat/Turno)
1	10001865	50.00	576	496	409
2	10000752	50.48	571	492	406
3	10001574	50.27	573	493	407
4	10000144	49.80	579	498	411
5	10000126	50.08	576	496	409
6	10000007	50.00	576	496	409
7	10003053	50.60	570	491	405
8	10000803	50.23	574	494	408
9	10000117	50.47	571	492	406
10	10001948	50.42	572	492	406
11	10000193	53.08	543	467	385
12	10000037	53.29	541	466	385
13	10001532	61.42	469	404	333
14	10000465	60.78	474	408	337
15	10000797	60.87	474	408	337
16	10000449	61.76	467	402	332
17	10001634	53.66	537	462	381
18	10000027	54.27	531	457	377
19	10000196	54.32	531	457	377
20	10000165	54.67	527	454	375
<b>Promedio</b>		<b>53.52</b>	<b>542</b>	<b>466</b>	<b>385</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.2 Resultados obtenidos de la eficiencia de la línea antes

En la Tabla N°31, se puede observar la eficiencia de la línea de ensamble para cada modelo de batería, donde en la columna Eficiencia antes, fue la que se usó para comparar muestras, la cual fue desarrollada en el análisis de resultados.

Tabla N°31: Resultado de la Eficiencia de la línea de ensamble antes

N°	Código	Eficiencia Antes (%)
1	10001865	86.56%
2	10000752	85.74%
3	10001574	86.09%
4	10000144	86.91%
5	10000126	86.42%
6	10000007	86.32%
7	10003053	85.53%
8	10000803	86.16%
9	10000117	85.76%
10	10001948	85.84%
11	10000193	81.54%
12	10000037	81.22%
13	10001532	73.51%
14	10000465	74.29%
15	10000797	74.18%
16	10000449	73.10%
17	10001634	84.14%
18	10000027	83.19%
19	10000196	83.12%
20	10000165	78.66%
Promedio		82.41%

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.3 Resultados obtenidos de la productividad antes

Para mostrar los resultados obtenidos de la productividad, lo dividimos en tres pasos:

a. Primer paso: Cálculo de las horas hombre teórico (H-Hteó). Para ello se aplicó la Fórmula N°13.

$$H - Hteó = TS * \text{Número de ope}$$

El resumen de las horas hombre teóricas obtenidas para cada modelo de batería, se pueden observar en la Tabla N°32.

Tabla N°32: Resultado de las Horas hombre teórico antes

N°	Código	Tc Antes (Seg/Bat)	Tc Antes (Hora/Bat)	N° de Ope. Antes (Hombres)	Horas Hombre Teórico Antes (H-Hteó/Bat)
1	10001865	50.00	0.0139	11	0.1528
2	10000752	50.48	0.0140	11	0.1542
3	10001574	50.27	0.0140	11	0.1536
4	10000144	49.80	0.0138	11	0.1522
5	10000126	50.08	0.0139	11	0.1530
6	10000007	50.00	0.0139	11	0.1528
7	10003053	50.60	0.0141	11	0.1546
8	10000803	50.23	0.0140	11	0.1535
9	10000117	50.47	0.0140	11	0.1542
10	10001948	50.42	0.0140	11	0.1541
11	10000193	53.08	0.0147	11	0.1622
12	10000037	53.29	0.0148	11	0.1628
13	10001532	61.42	0.0171	11	0.1877
14	10000465	60.78	0.0169	11	0.1857
15	10000797	60.87	0.0169	11	0.1860
16	10000449	61.76	0.0172	11	0.1887
17	10001634	53.66	0.0149	11	0.1640
18	10000027	54.27	0.0151	11	0.1658
19	10000196	54.32	0.0151	11	0.1660
20	10000165	54.67	0.0152	11	0.1671
	Promedio	53.52	0.0149	11	0.1636

Fuente: Elaboración Propia.

b. Segundo paso: Cálculo de las horas hombre real. Para ello se aplicó la Fórmula N°14:

$$H - H_{real} = \frac{HTt * \text{Número ope}}{C_{Preal}}$$

El resumen de las horas hombre real obtenidas para cada modelo de batería, se pueden observar en la Tabla N°33.

Tabla N°33: Resultado de las Horas hombre real antes

N°	Código	Número ope Antes (Homb)	H. Reales Trab. Por Turno Antes (H/Turno)	H-H Por Turno Antes (H-H/Turno)	CPreal Antes (Bat/Turno)	H-H Real Antes (H- Hreal/Bat)
1	10001865	11	7	77	409	0.1883
2	10000752	11	7	77	406	0.1897
3	10001574	11	7	77	407	0.1892
4	10000144	11	7	77	411	0.1873
5	10000126	11	7	77	409	0.1883
6	10000007	11	7	77	409	0.1883
7	10003053	11	7	77	405	0.1901
8	10000803	11	7	77	408	0.1887
9	10000117	11	7	77	406	0.1897
10	10001948	11	7	77	406	0.1897
11	10000193	11	7	77	385	0.2000
12	10000037	11	7	77	385	0.2000
13	10001532	11	7	77	333	0.2312
14	10000465	11	7	77	337	0.2285
15	10000797	11	7	77	337	0.2285
16	10000449	11	7	77	332	0.2319
17	10001634	11	7	77	381	0.2021
18	10000027	11	7	77	377	0.2042
19	10000196	11	7	77	377	0.2042
20	10000165	11	7	77	375	0.2053
	Promedio	11	7	77	385	0.2013

Fuente: Elaboración Propia.

c. Tercer paso: Cálculo de la productividad. Para ello, se aplicó la Fórmula N°15.

$$\%Ple = \frac{H - H \text{ teó}}{H - H \text{ real}} * 100$$

En la Tabla N°34, la columna Productividad antes, fue la que se usó para comparar muestras, la cual fue desarrollada en el análisis de resultados.

Tabla N°34: Resultado de la productividad antes

N°	Código	H – H Teó Antes (H-Hteó/Bat)	H - H Real Antes (H-Hreal/Bat)	Productividad Antes (%)
1	10001865	0.1528	0.1883	81.15%
2	10000752	0.1542	0.1897	81.32%
3	10001574	0.1536	0.1892	81.19%
4	10000144	0.1522	0.1873	81.21%
5	10000126	0.1530	0.1883	81.28%
6	10000007	0.1528	0.1883	81.15%
7	10003053	0.1546	0.1901	81.33%
8	10000803	0.1535	0.1887	81.33%
9	10000117	0.1542	0.1897	81.31%
10	10001948	0.1541	0.1897	81.23%
11	10000193	0.1622	0.2000	81.09%
12	10000037	0.1628	0.2000	81.41%
13	10001532	0.1877	0.2312	81.16%
14	10000465	0.1857	0.2285	81.28%
15	10000797	0.1860	0.2285	81.40%
16	10000449	0.1887	0.2319	81.37%
17	10001634	0.1640	0.2021	81.13%
18	10000027	0.1658	0.2042	81.19%
19	10000196	0.1660	0.2042	81.26%
20	10000165	0.1671	0.2053	81.36%
	<b>Promedio</b>	<b>0.1636</b>	<b>0.2013</b>	<b>81.26%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO V: DESARROLLO, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **5.1 Desarrollo De la estandarización**

Según las oportunidades de mejora observadas en el capítulo IV, se implementaron dos herramientas teniendo como objetivo principal aumentar la productividad. La primera herramienta que se desarrolló fue el estudio de métodos y tiempos para la implementación de un nuevo método de trabajo, debido a que se vio necesario implementar esta herramienta en el puesto de encajonado, el cual es el puesto cuello de botella, que representa la capacidad de producción y por ende la productividad de la línea de ensamble. La segunda herramienta que se desarrolló fue la aplicación del balance de línea, el cual consistió en tener una mejor distribución de actividades por parte de los operadores de la línea de ensamble y esto impactó positivamente en la mejora de la carga de trabajo de cada puesto, mediante la formación de estaciones de trabajo, donde también se mejoró la eficiencia del balance de la línea de ensamble. Finalmente, luego de implementar las dos herramientas mencionadas anteriormente, se realizó la documentación estándar dirigida a las estaciones de trabajo de la línea de ensamble, seguida de capacitaciones y retroalimentación de dicha documentación, los cuales buscaron obtener la estandarización de procesos en la línea de ensamble.

El desarrollo de las mejoras mencionadas anteriormente sigue esta secuencia debido a lo explicado en la sección 2.2.1.1, sin embargo, se explicará brevemente el motivo del desarrollo de esta secuencia de mejoras, esta secuencia de mejoras se aplicó dentro del ciclo de estandarización o también conocida como ciclo de control o ciclo de mantenimiento. Por lo tanto, lo primero a tener en cuenta fue identificar la inestabilidad de los tiempos de ciclo y por ende los resultados de un diagnóstico como fueron: la capacidad de producción y eficiencia de línea, los cuales fueron causas directas de tener una baja productividad, por lo cual se vio necesario incrementar la capacidad de producción real y aumentar la eficiencia de la línea, con el único fin de mejorar la productividad de la línea de ensamble.

Para cumplir con los objetivos planteados, los operadores cambiaron la manera de realizar sus tareas. Los estándares existentes se mejoraron por medio de la aplicación de la documentación estándar. Por ende, se realizó el ciclo de estandarización, que

consiste en el desarrollo de cuatro etapas: La primera etapa es la etapa de la estandarización (S), el cual se basó en identificar el mejor método o mejor práctica a desarrollar a través de un análisis y definición de objetivo para cumplir con la estandarización; luego se procedió a realizar la segunda etapa, que es la etapa de hacer (D), donde se implementó el estándar identificado en la etapa anterior; luego vino la tercer etapa de controlar (C), donde se verificó el cumplimiento del estándar implementado en la etapa anterior; finalmente, vino la etapa de actuar (A), el cual se basó en trazar una plan de acción a través de la documentación estándar, seguidamente de capacitaciones y retroalimentación que fueron programadas dentro de un cronograma de entrega de documentos.

Para resumir lo explicado anteriormente, se puede decir que, para mejorar la productividad de la línea de ensamble, se tuvo que desarrollar el ciclo de estandarización que consistió en realizar las etapas de: estandarizar (S), hacer (D), verificar (C) y actuar (A); es decir se realizó el ciclo SDCA.

#### 5.1.1 Estandarización de la línea de ensamble

Para dar inicio al ciclo de estandarización o también conocida como ciclo de control o ciclo de mantenimiento, tuvimos que identificar la mejor práctica o método propuesto para dar inicio a su implementación en la línea de ensamble. Por ende, la identificación del mejor método se dividió en dos fases: la primera fase consistió en realizar un análisis de las herramientas que fueron aplicadas; donde se analizó en primer lugar al método de trabajo, en el que se aplicó el estudio de métodos y tiempos; el segundo y último análisis que se realizó fue el balance de línea, donde se generaron nuevas estaciones de trabajo y por ende una mejor eficiencia en la línea de ensamble; estos análisis mencionados anteriormente tuvieron como resultados porcentajes de mejoras. Por lo tanto, luego de haber obtenido los porcentajes de mejora, se realizó la segunda fase, que consistió en definir los objetivos con las mejoras correspondientes, donde se definieron estrategias para cumplir con los objetivos.

##### 5.1.1.1 Análisis del estándar a realizar

Según la información de la situación actual del capítulo IV, se pudo identificar el mejor método de la operación de encajonado con el fin de mejorar la productividad de la línea de ensamble, para ello se procedió a realizar un análisis

del nuevo método de trabajo y del balance de línea, con la finalidad de conocer los porcentajes de mejora que implicaban realizar el estándar.

#### 5.1.1.1.1 Análisis del nuevo método de trabajo

Para realizar el análisis del nuevo método de trabajo en el puesto de encajonado (PTN°8), nos enfocamos en los cambios que se mencionaron en las secciones 4.3.1.3.1 Análisis del problema y 4.3.1.3.2 Evaluación del problema; los cuales podríamos resumir en que primero se cambió el separador de placas de espesor de 0.25 milímetros con un separador de placas de espesor de 0.20 milímetros. Luego se cambió la disposición de los materiales con el que se trabaja, es decir tuvieron una nueva ubicación. Por último, el operador del puesto de encajonado ya no realiza la actividad de habilitación de cajas a su puesto de trabajo, esta actividad es realizada por otro operador. La aplicación de estas acciones de mejora, impactar positivamente a la reducción del tiempo de ciclo estándar para la fabricación de una batería automotriz. Entonces, como primer paso se planificaron las actividades previas que se tuvo en cuenta para realizar el cambio de espesor del material separador de placas. Como bien se explicó en la Figura N°2 del diagrama de Ishikawa aplicado a la baja productividad en la línea de ensamble. Se detalló acerca del material, donde una causa raíz del material fue la falta de un análisis de fallas por el cambio de especificaciones del separador de placas. Por lo tanto, antes de cambiar el espesor del separador de placas, tuvimos que realizar este análisis. Entonces, según lo explicado en las bases teóricas en la sección 2.2.2.9, que explican cómo realizar un análisis de modo y efectos de fallas aplicado al proceso (AMEF de proceso) se pudo realizar la aplicación del análisis mencionado. Estos resultados se pueden ver en el Anexo N°15.

Luego de haber realizado el cambio del espesor del material separador de placas, se aplicaron las siguientes mejoras. Para una mejor apreciación del tiempo de ciclo estándar, se mostró la Figura N°50, donde se observa una barra de color con un tiempo estándar de 59.15 segundos la cual fue el cuello de botella de la línea de ensamble; por otro lado, hay una barra de color amarillo que marca el tiempo de ciclo del segundo cuello de botella que es de 40.76 segundos, la cual es el tiempo del puesto de trabajo de una máquina, por ende, se pretendió a tener

como nuevo cuello de botella a este puesto de trabajo, el cual definimos como nuevo target.

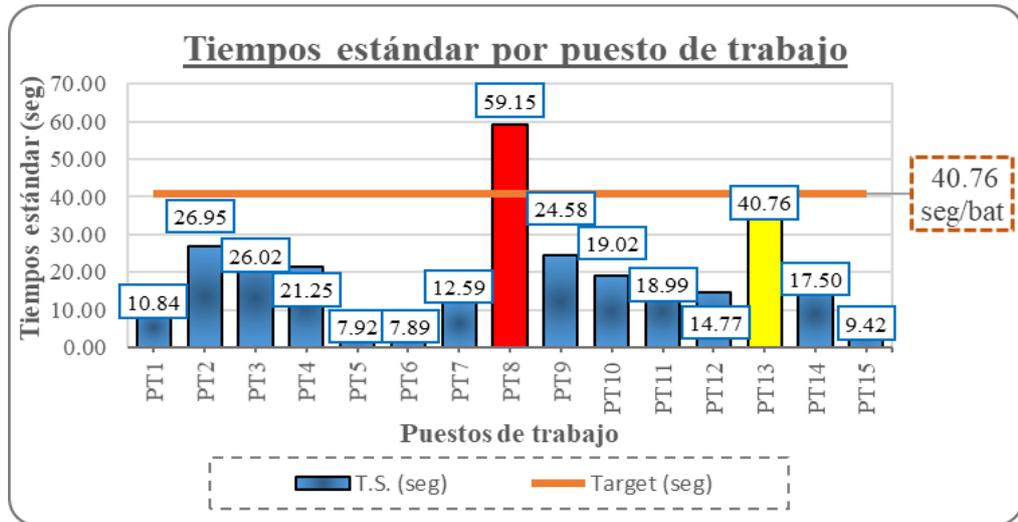


Figura N°50: Tiempos estándar por puesto de trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°50, como ya tenemos definido un target de 40.76 segundos como el nuevo tiempo de ciclo para la fabricación de una batería automotriz; se aplicó la Fórmula N°21.

$$\%Mejora\ del\ TS = \left( \frac{TS8 - TS13}{TS8} \right) * 100 \quad (21)$$

Donde:

%Mejora del TS: Porcentaje de mejora del tiempo de ciclo estándar, el cual tiene como unidad de medida: “Porcentaje (%)”.

TS8: Tiempo estándar del puesto N°8 (puesto de encajonado), el cual ya se había calculado anteriormente, con unidad de medida: “Segundos / Batería”.

TS13: Tiempo estándar del puesto N°13 (puesto de prueba de hermeticidad), el cual ya se había calculado anteriormente, con unidad de medida: “Segundos / Batería”.

Aplicando la fórmula N°21, se tuvo el siguiente cálculo:

$$\%Mejora\ del\ TS = \left( \frac{59.15 - 40.76}{59.15} \right) * 100$$

$$\%Mejora\ del\ TS = 31.09\%$$

Por ende, mejorando el tiempo estándar en 31.09%, con un nuevo tiempo estándar de 40.76 segundos para fabricar una batería automotriz, podemos mejorar la capacidad de producción real y también el indicador de productividad. Esta mejora de la capacidad de producción real se puede observar en la Figura N°51.

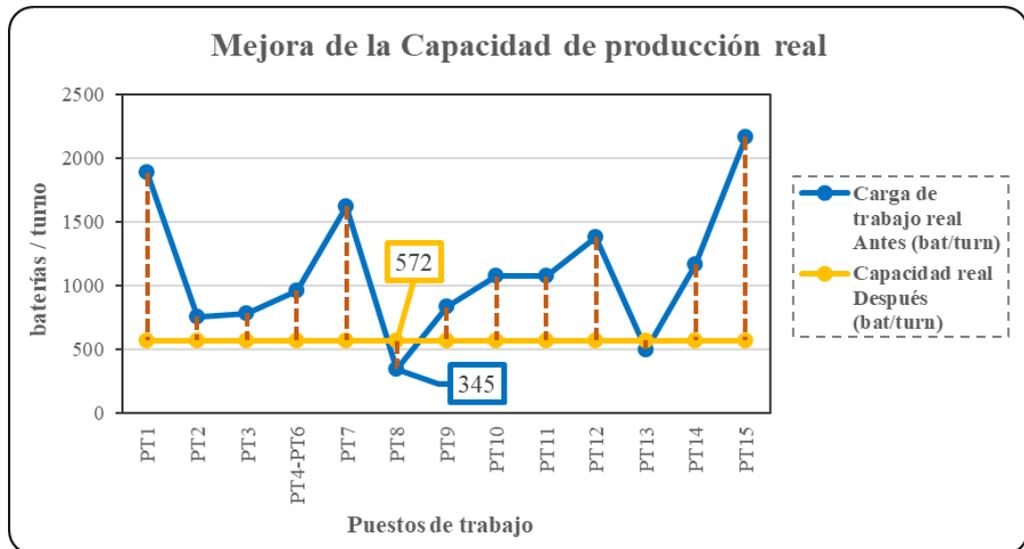


Figura N°51: Mejora de la capacidad de producción real.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°51, se puede observar que la carga de trabajo real o capacidad de producción real antes es de 345 unidades por turno; sin embargo, si mejoramos el tiempo de ciclo de fabricación de una batería automotriz, mejoramos en los siguientes puntos:

- a. Mejoramos la ergonomía en los puestos de trabajo, lo cual redujo el porcentaje total de suplementos, es decir de 14% a 11% porque aún se tuvieron presentes los suplementos constantes más no las variables, y esta suma de suplementos constantes es de 11%.
- b. Mejoramos la eficiencia del indicador EGE; es decir, la eficiencia del EGE ya no es de 82.41% sino ahora, al dividir el producto del tiempo de ciclo de planificación antes, con la eficiencia del EGE actual, y dividirlo entre el tiempo de ciclo de planificación después, obteniendo como resultado la nueva eficiencia del indicador EGE, este resultado se puede ver en la Tabla N°35.

Tabla N°35: Mejora en la Eficiencia del EGE

	TCS planificación (seg/und)	Eficiencia del EGE (%)
Antes	45.15	82.41%
Después	40.76	90.98%
	Mejora	10.40%

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°35, se observa dos mejoras de los cálculos obtenidos anteriormente, estos son de suma importancia para calcular la nueva capacidad de producción real. Por lo tanto, con los nuevos valores del factor de suplementos y la nueva eficiencia del indicador EGE, se aplicó la Fórmula N°11.

$$CTt = \frac{3600}{40.76} * \frac{8 \text{ h}}{1 \text{ t}} * 89\% * 90.98\%$$

$$CTt = 572 \text{ unidades}$$

Entonces tendremos 572 unidades por turno como capacidad de producción real después, por lo que se pretende mejorar el tiempo de ciclo del puesto de encajonado (PT8) que tenía como capacidad de producción real 345 unidades por turno, optimizando el tiempo acercándolo al tiempo del puesto de prueba de hermeticidad (PT13), por tal razón la nueva capacidad de producción se reflejó en el puesto de prueba de hermeticidad (PT13) por eso asignamos las 572 unidades por turno que tiene el PT13, como capacidad de producción real después. Para conocer la mejora, se aplicó la Fórmula N°22.

$$\% \text{Mejora de la } CP_{\text{real}} = \left( \frac{CP_{\text{real13fut}} - CP_{\text{real8}}}{CP_{\text{real8}}} \right) * 100 \quad (22)$$

Donde:

% Mejora de la  $CP_{\text{real}}$ : Porcentaje de mejora de la capacidad de producción real, el cual tiene como unidad de medida: “Porcentaje (%)”.

CPreal8: Capacidad de producción real del puesto N°8 (puesto de encajonado), el cual ya se había calculado anteriormente, con unidad de medida: “Baterías / Turno”.

CPreal13fut: Capacidad de producción real futura del puesto N°13 (puesto de prueba de hermeticidad), el cual ya se había calculado anteriormente, con unidad de medida: “Baterías / Turno”.

Aplicando la Fórmula N°22, se obtuvo el siguiente cálculo:

$$\% \text{Mejora de la CPreal} = \left( \frac{572 - 345}{345} \right) * 100$$

$$\% \text{Mejora de la CPreal} = 65.79\%$$

Por lo tanto, tenemos un incremento de 65.79% en la capacidad de producción real. Por lo tanto, al realizar el cambio del nuevo método y el cambio de especificación del espesor del separador de placas, la capacidad de producción real de la línea de ensamble se incrementó en 572 baterías por turno.

Por otro lado, la mejora del tiempo de ciclo estándar también impactó positivamente al indicador de productividad. Esta mejora se puede apreciar en la Tabla N°36 Cálculo del indicador productividad después, donde podemos explicar que, para calcular el indicador, primero debemos de hallar las horas hombre teórico y luego las horas hombre real. Entonces, tendríamos que volver a calcular las horas hombre teórico, debido a que tenemos un nuevo valor como tiempo de ciclo estándar que es de 40.76 segundos por unidad, para el cálculo de las horas hombre teórico. Para ello, se aplicó la Fórmula N°13, obteniendo el siguiente cálculo:

$$H - H \text{ teó} = \left( \frac{40.76 \text{ seg}}{\text{und}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}} \right) * 11 \text{ hombres}$$

$$H - H \text{ teó} = 0.1245 \frac{H - H \text{ teó}}{\text{und}}$$

Luego, debemos de considerar las 572 unidades por turno que es la nueva capacidad de producción real obtenida por la aplicación de las mejoras, para el cálculo de las horas hombre real. Por lo tanto, se aplicó la Fórmula N°14, obteniendo el siguiente cálculo:

$$H - H_{\text{real}} = \frac{\frac{7 H}{\text{turno}} * 11 H}{\frac{572 \text{ unidades}}{\text{turno}}}$$

$$H - H_{\text{teó}} = 0.1345 \frac{H - H_{\text{real}}}{\text{und}}$$

Luego de obtener el valor de las horas hombre teórica y de las horas hombre real, podemos calcular la productividad. Entonces, se aplicó la fórmula N°15, obteniendo el siguiente cálculo:

$$P_{le} = \left( \frac{\frac{0.1245 H - H_{\text{teó}}}{\text{unidades}}}{\frac{0.1345 H - H_{\text{real}}}{\text{unidades}}} \right) * 100$$

$$P_{le} = 92.58\%$$

Luego de haber explicado todos los cálculos, se puede observar en la Tabla N°36 los resultados obtenidos para el cálculo de la productividad.

Tabla N°36: Cálculo del Indicador productividad después

Indicador	Resultado
Tiempo de ciclo (seg/unidades)	40.7560
Tiempo de ciclo (horas/unidades)	0.0113
Número de personas	11
Horas-Hombre teórico (H-Hteó/und)	0.1245
Horas trabajadas (horas reales/turno)	7
Número de personas real	11
Horas-Hombre Real (H-H reales/turno)	77
Producción por turno (unidades/turno)	572
Horas-Hombre reales (H-Hreal/und)	0.1345
<b>Productividad</b>	<b>92.58%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°36, el resultado obtenido de 92.58% como productividad después (Pdespués) y según la Tabla N°29 del cálculo del indicador de productividad antes (Pantes) con un valor de 81.01%, se pudo calcular cuánto fue la mejora en productividad. Para ello, se aplicó la Fórmula N°23.

$$\% \text{Mejora de la P} = \left( \frac{P_{\text{después}} - P_{\text{antes}}}{P_{\text{antes}}} \right) * 100 \quad (23)$$

Donde:

%Mejora de la P: Porcentaje de mejora de la productividad, el cual tiene como unidad de medida: “Porcentaje (%)”.

Pantes: Porcentaje de productividad antes, el cual ya se había calculado anteriormente, con unidad de medida: “Porcentaje (%)”.

Pdespués: Porcentaje de productividad después, el cual ya se había calculado anteriormente, con unidad de medida: “Porcentaje (%)”.

Entonces, luego de aplicar la Fórmula N°23, obtuvimos el siguiente cálculo:

$$\% \text{Mejora de la P} = \left( \frac{92.58\% - 81.01\%}{81.10\%} \right) * 100$$

$$\% \text{Mejora de la P} = 14.29\%$$

Luego de aplicar la fórmula N°22, tendremos un 14.29% de mejora de productividad. Esto quiere decir, que al optimizar el recurso tiempo, en este caso, las horas hombre trabajadas para ensamblar una batería automotriz, tenemos un aumento de productividad de la línea de ensamble.

#### 5.1.1.1.2 Análisis del balance de línea

Para aplicar el balance a la línea de ensamble, debemos de tener claro las variables que se necesita para aplicar el balance de línea. Estas variables se pueden apreciar con gran detalle en la sección 2.2.1.5. A continuación, se mencionaron los pasos aplicados para desarrollar el balance de línea, con el fin de tener indicadores para poder implementarlo en la línea de ensamble.

a. Primero, se conocieron los tiempos estándar por puesto de trabajo. Sin embargo, dentro del tiempo estándar del puesto de trabajo existen actividades que se pueden balancear y actividades que son propias del puesto de trabajo. Por lo tanto, se conoció la diferencia entre las actividades que se pueden balancear y las actividades que son propias del proceso. Estas actividades fueron divididas de esta forma según el criterio de aplicar el balance de la línea de ensamble. Entonces, podemos decir lo siguiente:

Las actividades que son propias del proceso, hemos considerado a las actividades que son cíclicas al puesto de trabajo, es decir, actividades que el operador del puesto las realiza continuamente para ensamblar una batería automotriz. Por otro lado, las actividades que se pueden balancear las hemos llamado a las actividades frecuenciales que se presentan en los puestos de trabajo, como es el caso de habilitamos de materiales como cubiertas y cajas y también como es el caso de una actividad de limpieza que propiamente son actividades que el operador realiza con cierta frecuencia.

La clasificación de dichas actividades por puesto de trabajo se puede observar con más detalle en el Anexo N°16. Sin embargo, a continuación, se puede observar en la Tabla N°37, las actividades con sus tiempos estándares, precedencias de dichas actividades y por último la cantidad de operadores por cada actividad. Luego se mostró en la Figura N°52, la situación antes de la distribución de actividades en la línea de ensamble.

Tabla N°37: Cuadro de precedencias de las actividades

N°	Actividades para balance de línea	TCS (s/und)	Precedencia	Número operadores
A1	Habilitado de placas	10.84	-	1
A2	Ensobrado de placas	26.95	A1	0
A3	Agrupado de placas	26.02	A2	2
A4	Carga de grupos de placas y acceso	21.25	A3	1
A5	Carga de grupos de placas	7.92	A3	1
A6	Descarga y pintado de grupos de placas	7.89	A4, A5	1
A7	Corte de rebabas	12.59	A6	1
A8	Encajonado	37.61	A7, A9	1
A9	Habilitado de cajas	1.34	A3	1
A10	Soldado de tabiques	24.58	A8	0
A11	Colocación de cubiertas	14.91	A10, A12	
A12	Habilitado de cubiertas	1.45	A7	1
A13	Limpieza de rebabas de la selladora	2.65	A10	
A14	Sellado térmico	16.34	A11, A13	0
A15	Formado de postes	14.77	A14	1
A16	Prueba de hermeticidad	40.76	A15	0
A17	Codificado y estampado	17.50	A16	0
A18	Apilado de baterías	9.42	A17	1
Suma de tiempos del total de actividades		294.79	Total, ope.	11

Fuente: Elaboración propia.

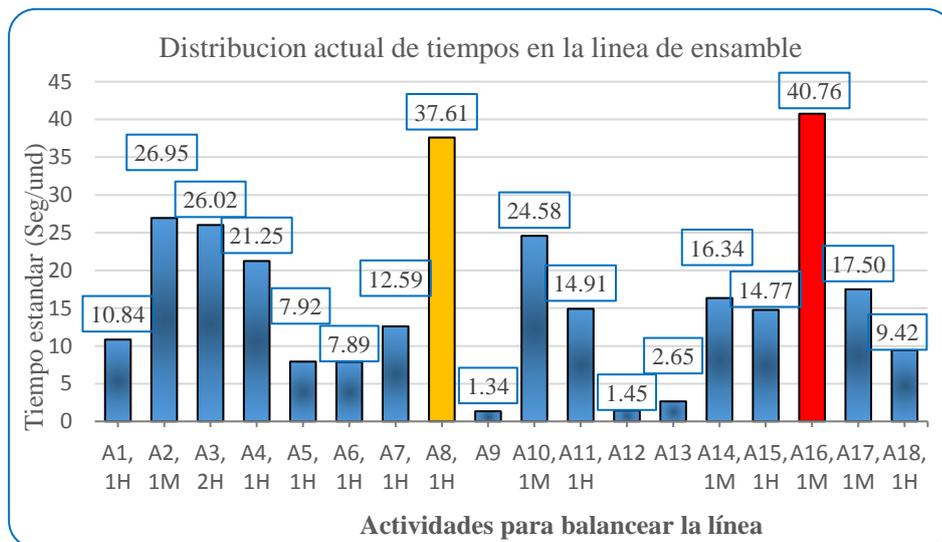


Figura N°52: Distribución actual de tiempos en la línea de ensamble.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°52, se puede apreciar que hay dos barras de tiempo, uno de color rojo el cual representa a la actividad de prueba de hermeticidad que es el cuello de botella; por otro lado, la barra de color mostaza representa la actividad de encajonado, el cual se mejoró y se estimó que se acerque a la actividad de prueba de hermeticidad. Sin embargo, podemos observar que la diferencia entre ambas actividades es muy pequeña, por ende, cuando se implementó el balance de línea en la línea de ensamble, pueden existir ocasiones en que la actividad de encajonado podría regresar a ser el cuello de botella, no olvidemos que en el puesto de encajonado luego de realizar la mejora tendremos un operador; por lo tanto, se podría asignar otro operador en el puesto de encajonado si fuera necesario, todo va depender del balance que se desarrolle por estaciones de trabajo y del criterio que se pueda aplicar a la realidad de la línea de ensamble. Por otro lado, se puede observar en la Figura N°52, la variabilidad o el desbalanceo que existe en la línea de ensamble, además se puede observar que en las actividades A9, A12 y A13, las cuales son: actividades de habilitado de cajas, habilitado de cubiertas y limpieza de rebabas respectivamente; son actividades que fueron asignadas a diferentes estaciones de trabajo.

b. Segundo, luego de haber identificado las actividades para el balance de línea con sus tiempos estándar, sus precedencias y el número de operadores por actividad; se realizó el diagrama de precedencias, el cual se puede observar en el Anexo N°17.

c. Tercero, una vez construida la gráfica de precedencias que resume las secuencias y tiempos de ejecución, se agruparon las actividades en estaciones de trabajo para lograr la tasa de producción especificada. Este proceso incluye tres pasos:

c1. Se tomaron las unidades requeridas, en este caso la tasa de producción o capacidad de producción de diseño por día; es decir, en unidades por día; y dividirlo entre el tiempo disponible por día. Esta operación da como resultado el tiempo de ciclo. Por lo tanto, se aplicó la fórmula N°5, y obtuvimos el siguiente cálculo:

$$TC_{bal} = \left( \frac{\frac{3 \text{ turnos}}{1 \text{ día}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ turno}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}}}{\frac{707 \text{ baterías}}{\text{turno}} * \frac{3 \text{ turnos}}{1 \text{ día}}} \right)$$

$$TC_{bal} = \left( \frac{\frac{86400 \text{ seg}}{1 \text{ día}}}{\frac{2121 \text{ baterías}}{1 \text{ día}}} \right)$$

$$TC_{bal} = \frac{40.74 \text{ seg}}{\text{batería}}$$

Por lo tanto, tenemos 40.74 segundos por batería, como tiempo de ciclo aplicado al balance de línea; es decir, el tiempo máximo que la batería está disponible en cada estación de trabajo para lograr cumplir con la tasa de producción o capacidad de producción.

c2. Luego de calcular el tiempo de ciclo aplicado al balance de línea, se calculó el número mínimo teórico de trabajo. Este es el tiempo total de duración de las actividades (el tiempo que lleva hacer el producto) dividido entre el tiempo de ciclo aplicado al balance. Tener presente que el resultado se redondeó hacia arriba, al siguiente número entero. Por lo tanto, se aplicó la fórmula N°6, y se obtuvo el siguiente cálculo:

$$N^{\circ} \text{ mín de ET} = \left( \frac{\frac{294.79 \text{ segundos}}{\text{batería}}}{\frac{40.74 \text{ segundos}}{\text{batería}}} \right)$$

$$TC_{bal} = 8 \text{ estaciones de trabajo}$$

Por lo tanto, tenemos 8 estaciones de trabajo teóricas en la línea de ensamble.

c3. Luego de haber realizado los cálculos del tiempo de ciclo aplicado al balance y el número de estaciones de trabajo teórico, se aplicó el equilibrado de líneas simples mediante una heurística constructiva orientada a la tarea. La aplicación de esta herramienta tiene un procedimiento. Entonces lo primero que se realizó fue ordenar de mayor a menor los tiempos estándar con su respectiva actividad, como se puede observar en el anexo N°18. Luego, se asignaron actividades a estaciones de trabajo, esta asignación se puede observar en la Tabla N°38.

Tabla N°38: Asignación de actividades a estaciones de trabajo

ET N°	Act.	TAA	TD	Candidatos	Observaciones
ET1	A1	10.84	29.90	A2 (26.95)	
	A2	37.79	2.95	A3 (26.02)	
ET2	A3	26.02	14.72	A4 (21.25) A5 (7.92) A9 (1.34)	No elegimos A5 debido a que esa actividad ya no lo realizará el operador que realizaba dicha actividad.
	A9	27.36	13.38	A8 (37.61)	
ET3	A4	21.25	19.49	A5 (7.92) A6 (7.89)	A5 será realizado por el operador del A4.
	A5	29.17	11.57	A6 (7.89)	
ET4	A6	37.06	3.68	A7 (12.59)	
	A7	12.59	28.15	A8 (37.61) A12 (1.45)	No elegimos A12 por disposición de planta.
ET5	A8	37.61	3.13	A10 (24.58) A12 (1.45)	No elegimos A12, debido a que en A8 se implementará un nuevo método.
	A10	24.58	16.16	A11 (14.91) A12 (1.45) A13 (2.65)	
ET6	A11	39.49	1.25	A12 (1.45) A13 (2.65)	
	A12	1.45	39.29	A13 (2.65) A14 (16.34) A15 (14.77)	
ET7	A13	4.10	36.64	A14 (16.34) A15 (14.77)	
	A14	20.44	20.30	A15 (14.77)	
ET8	A15	35.21	5.53	A16 (40.76)	
	A16	40.76	0.00	A17 (17.50)	
ET9	A17	17.50	23.24	A18 (9.42)	
	A18	26.92	13.82	-	

Fuente: Elaboración Propia.

c4. Luego de haber asignado las actividades a sus debidas estaciones de trabajo, se determinó cuánto es el tiempo operativo y el tiempo ocio por cada estación de trabajo. Además, se encontró que el tiempo de ciclo corregido es de 40.76; este tiempo de ciclo permitió calcular el tiempo ocio, restando el tiempo de ciclo menos el tiempo operativo de cada estación de trabajo. Estos cálculos se pueden observar en la Tabla N°39.

Tabla N°39: Tiempos operativos y ocios por estación de trabajo

ET	Actividades	Top.	Toc.	H / M	Observación
ET1	A1, A2	37.79	2.97	1H / 1M	Tiempo ocio aceptable
ET2	A3, A9	27.36	13.40	2H	Tiempo ocio no aceptable
ET3	A4, A5, A6	37.06	3.70	2H	Tiempo ocio aceptable
ET4	A7	12.59	28.17	1H	Tiempo ocio no aceptable
ET5	A8	37.61	3.15	2H	Tiempo ocio aceptable
ET6	A10, A11	39.49	1.27	1H / 1M	Tiempo ocio aceptable
ET7	A12, A13, A14, A15	35.21	5.55	1H / 1M	Tiempo ocio aceptable
ET8	A16	40.76	0.00	1M	Tiempo de ciclo corregido
ET9	A17, A18	26.92	13.84	1H / 1M	Tiempo ocio no aceptable

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla N°39, en la columna observación se detallan tres tipos tiempos: Tiempo de ciclo corregido, el cual es el tiempo estándar de la actividad de prueba de hermeticidad, además define y estructura las estaciones de trabajo determinadas. Luego vemos al Tiempo ocio aceptable, este tiempo representa la holgura o colchón de tiempo que debe de tener una estación de trabajo con el fin de no llegar a un 100% de saturación de la estación. Por último, encontramos al tiempo de ocio no aceptable, este tiempo representa el tiempo muerto o tiempo no aprovechable por la estación de trabajo. Además, se puede observar que en la estación de trabajo N°3, donde se propuso trabajo con 2 operadores y no con 3 operadores, quedando 1 operador fuera, donde este operador tuvo la opción de ir a la estación N°5, debido a que en esta estación se realizaron cambios en el método de trabajo y esto generó una demora para adaptarse a este método, por otro lado, el tiempo estándar de esta operación se acerca mucho al cuello de botella que es la actividad (A8). Sin embargo, luego de una reunión realizada

con el supervisor y el líder de la línea de ensamble, se decidió trabajar con 10 operadores y ya no con 11 operadores, debido a que se realizaron capacitaciones y retroalimentación del nuevo método de trabajo, dirigido a los operadores de la línea.

c5. Por último, se asignaron las estaciones de trabajo determinadas al diagrama de precedencias. Esta asignación se puede observar en el Anexo N°19.

d. Cuarto, luego de haber balanceado la línea de ensamble se calculó la eficiencia obtenida por el balance de línea. Para apreciar la sensibilidad de la línea al realizar cambios en las asignaciones de estaciones de trabajo; a continuación, se desarrollaron dos cálculos de eficiencia, donde la primera eficiencia fue con el número real de estaciones de trabajo que se tenía a inicios antes de empezar la investigación; y el segundo cálculo de eficiencia fue con el número real de estaciones de trabajo propuesto para realizar mejoras; estos dos cálculos fueron obtenidos con el mismo tiempo de ciclo propuesto como nuevo cuello de botella (40.76 segundos/batería), el cual se puede ver en la Figura N°59. Para ello, se aplicó la fórmula N°7, obteniendo el siguiente cálculo:

$$EFIC\ bal = \left( \frac{\frac{294.79 \text{ segundos}}{\text{batería}}}{15 \text{ estaciones} * \frac{40.76 \text{ segundos}}{\text{batería}}} \right) * 100$$

$$EFIC\ bal = 48.22\%$$

Entonces, antes de aplicar el balance de línea tenemos un 48.22% de eficiencia con la que estaba balanceada la línea de ensamble, es decir, el desequilibrio que tenía la línea de ensamble considerando el número real de la situación antes, fue de 15 estaciones de trabajo. Entonces, al aplicar un segundo cálculo de eficiencia con el número de estaciones de trabajo asignados o propuestos, tuvimos el siguiente resultado, luego de aplicar la Fórmula N°7.

$$EFIC\ balp = \left( \frac{\frac{294.79 \text{ segundos}}{\text{batería}}}{9 \text{ estaciones} * \frac{40.76 \text{ segundos}}{\text{batería}}} \right) * 100$$

$$EFIC\ balp = 80.36\%$$

Por lo tanto, se puede observar que la eficiencia del balance de la línea de ensamble es sensible al número de estaciones de trabajo que tenga la línea. Entonces, luego de aplicar la propuesta de asignar 9 estaciones de trabajo a la línea de ensamble, tuvimos una mejora, el cual se puede observar con la aplicación de la Fórmula N°24.

$$\% \text{Mejora de EFIC bal} = \left( \frac{\text{EFIC balp} - \text{EFIC bal}}{\text{EFIC bal}} \right) * 100 \quad (24)$$

Donde:

%Mejora de EFIC bal: Porcentaje de mejora de la eficiencia del balance de línea, el cual tiene como unidad “Porcentaje (%)”.

EFIC balp: Eficiencia del balance de línea propuesto, el cual tiene como unidad “Porcentaje (%)”.

EFIC bal: Eficiencia del balance de línea antes, el cual tiene como unidad “Porcentaje (%)”.

Entonces, luego de aplicar la Fórmula N°24, obtuvimos el siguiente cálculo:

$$\% \text{Mejora de EFIC bal} = \left( \frac{80.36\% - 48.22\%}{48.22\%} \right) * 100$$

$$\% \text{Mejora de EFIC bal} = 66.65\%$$

Por lo tanto, tuvimos un 66.65% de mejora de eficiencia del balance de línea.

e. Por otro lado, se conoció la nueva distribución de tiempos en la línea de ensamble, el cual se puede observar en la Figura N°53.

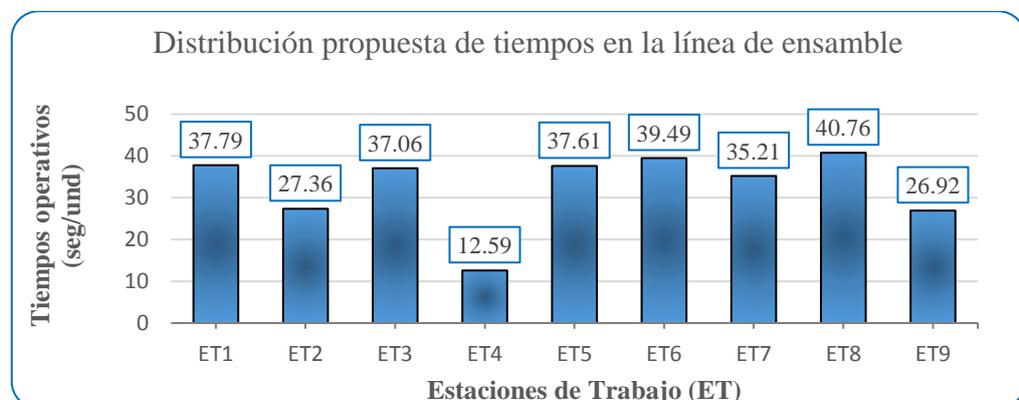


Figura N°53: Distribución propuesta de tiempos en la línea de ensamble.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°53, se puede observar una mejor distribución de tiempos asignados a las 9 estaciones de trabajo. Entonces, se calculó la carga de trabajo real por estación, para ello se aplicó las fórmulas N°8, N°9 y N°10. Los resultados de la carga de trabajo real y la capacidad de producción real por balance, se puede observar en la Tabla N°40.

Tabla N°40: Cálculo de la carga de trabajo y capacidad de producción real

ET	Actividades	Top. (seg/bat)	CTd (bat/turno)	CTef (bat/turno)	CTreal (bat/turno)	Capacidad real por balance (und/turno)
ET1	A1, A2	37.79	763	680	561	520
ET2	A3, A9	27.36	1053	938	773	520
ET3	A4, A5, A6	37.06	778	693	572	520
ET4	A7	12.59	2288	2037	1679	520
ET5	A8	37.61	766	682	563	520
ET6	A10, A11	39.49	730	650	536	520
ET7	A12, A13, A14, A15	35.21	818	729	601	520
ET8	A16	40.76	707	630	520	520
ET9	A17, A18	26.92	1070	953	786	520

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla N°40, se puede observar que en la columna Capacidad real por balanceo se repite la información, debido que esta capacidad representa la capacidad de la línea de ensamble y además es el mismo valor de la carga de trabajo real de la estación cuello de botella (ET8). Para una mejor apreciación de los cálculos obtenidos se puede observar la Figura N°54.

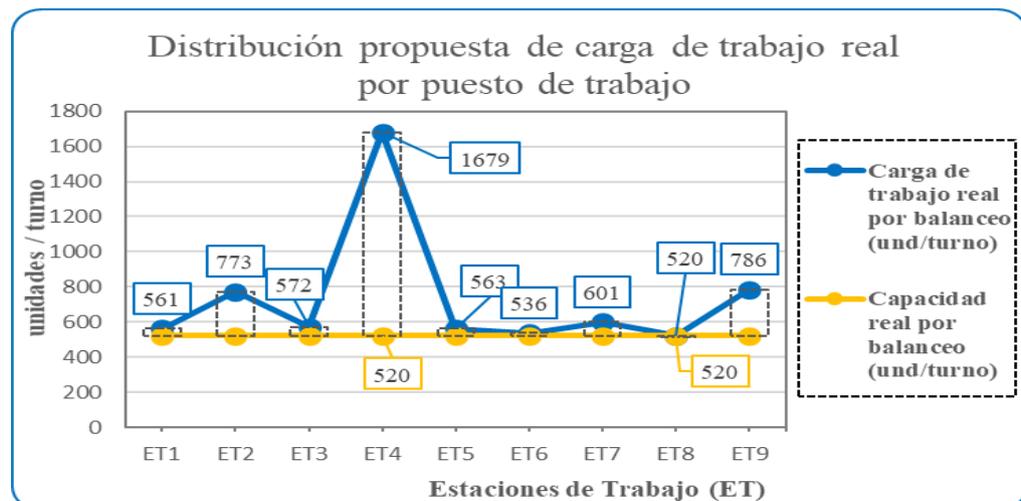


Figura N°54: Distribución propuesta de carga de trabajo real por puesto de trabajo (PT).

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°54, la estación de trabajo de mayor carga es la estación de corte de rebabas (ET4), el cual tiene como carga de trabajo real 1679 unidades por turno. Por otro lado, la capacidad de producción real es de 520 unidades por turno. Entonces, con estos datos podemos observar el desequilibrio de la carga de trabajo por balance, que existe en la línea de ensamble. Por lo tanto, es un indicio más para la aplicación del balance de línea.

#### 5.1.1.2 Definición de los objetivos del estándar

Luego de haber obtenido los porcentajes de mejora planteados, determinamos objetivos que representen la aplicación o implementación de estas mejoras planteadas. Estos objetivos se definieron en metas a lograr, es decir, cuantificar el objetivo a tener en cuenta y plantear estrategias para poder cumplir con las metas. Por lo tanto, se plantearon los siguientes objetivos:

a. Objetivo N°1.- Implementar el nuevo método de trabajo para mejorar la capacidad de producción y la productividad.

a.1. Meta. - Incrementar la capacidad de producción en un 65.79% y la productividad en un 14.29%.

a.2. Estrategia. - Para incrementar la capacidad de producción y la productividad se desarrolló el estudio de métodos y tiempos aplicado al nuevo método de trabajo, con el fin de obtener un tiempo estándar mejorado; para ello, primero se realizó el cambio de especificación del espesor del separador de placas, de acuerdo al análisis realizado (AMEF) para el cambio de dicho material. Luego, se desarrollaron capacitaciones del nuevo método de trabajo dirigido a los operadores del puesto de encajonado, líder y supervisor de la línea de ensamble. Luego de conocer el nuevo tiempo estándar, se realizó el procedimiento para obtener la nueva capacidad de producción real, este procedimiento tuvo como intermediarios al Factor de Suplementos donde se llegó a un 11% de este factor, Y también se mejoró en 10.40% la eficiencia de este indicador EGE. Teniendo como resultados a la capacidad de producción y a la eficiencia de la línea. Por otro lado, también se mejoró la productividad, el cual se estimó una mejora de 65.79%.

b. Objetivo N°2.- Balancear la línea de ensamble para mejorar la carga de trabajo asignada y la eficiencia de la línea de ensamble.

b.1. Meta. - Incrementar la eficiencia del balance de línea o equilibrio de carga de trabajo de la línea en un 66.65%.

b.2. Estrategia. - Para incrementar el equilibrio de carga de trabajo se balanceó la línea de ensamble considerando el tiempo estándar del nuevo método de trabajo del puesto de encajonado, con el fin de obtener un porcentaje de equilibrio aceptable. Para ello, se asignaron estaciones de trabajo que ya fueron determinadas en el planteamiento de la mejora. Entonces se desarrolló una nueva distribución en la línea de ensamble, con sus respectivas estaciones de trabajo. Teniendo como resultado estimado una mejora en la eficiencia del equilibrio de línea de un 66.65% debido a que se redujo de 15 a 9 estaciones de trabajo.

#### 5.1.2 Implementación del estándar

En esta etapa se realizó la implementación de estos objetivos mencionados, cumpliendo con sus estrategias correspondientes. Esta implementación se puede ver en los siguientes puntos:

##### 5.1.2.1 Implementación del nuevo método de trabajo

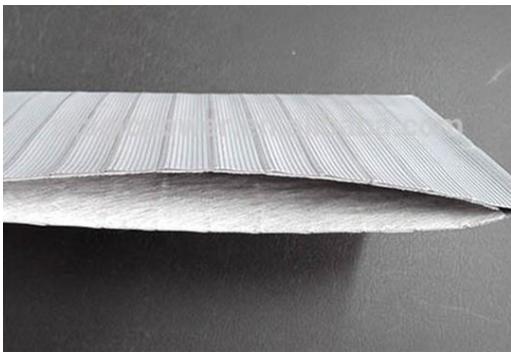
###### 5.1.2.1.1 Aplicación del Estudio de Métodos

A continuación, se mostró la secuencia de lo planteado en la estrategia de la implementación del nuevo método de trabajo, el cual consiste de los siguientes pasos:

###### a. Cambio de la especificación de espesor del material separador de placas

Para desarrollar el Análisis de Modo y Efectos de Fallas aplicado al proceso, primero se conocieron las especificaciones del material que se usaba antes y del material que se usó después. Estos materiales se pueden observar en la Tabla N°41.

Tabla N°41: Separadores de placas de diferentes espesores

Especificación del material	Imagen del material	Detalle del material
Separador de placas 124.0 x 1.00 x 0.25 mm		Separador de placas de espesor utilizada anteriormente.
Separador de placas 124.0 x 1.00 x 0.20 mm		Separador de placas de espesor a utilizar.

Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del Análisis de Modo y Efectos de Fallas aplicado al proceso, primero se seleccionó el formato a utilizar, el cual se puede observar en la Figura N°24; siguiendo con la metodología a continuación se explica la selección de cada variable como: la severidad, probabilidad de ocurrencia y probabilidad de no ser detectado, estas variables se pueden observar en la Figura N°25.

Según la figura N°25, la severidad muestra el efecto de este tipo de defecto, la cual contiene 5 tipos de efecto de severidad, donde cada uno de ellas muestra una puntuación. Para la selección del tipo de severidad, se seleccionó el efecto de falla alto, debido a que esta operación genera retrabajos en el puesto de encajonado, por lo cual se muestra una puntuación de 8. Esta puntuación se puede observar en la Tabla N°42.

Tabla N°42: Valoración de la variable Severidad

N°	Interface/Parte/Proceso	Función	Potencial efecto de falla	Severidad
1	Encajonado	Separador de placas	Rotura de soldadura de tabiques	8
			Deformación en la soldadura de tabiques	8

Fuente: Elaboración propia.

Luego de definir la puntuación de severidad, se determina el potencial modo de falla y el potencial causa de falla, con la finalidad de obtener la probabilidad de ocurrencia. La descripción de ambos potenciales se puede observar en Tabla N°43.

Tabla N°43: Determinación del Potencial modo de falla y Potencial causa de falla

N°	Interface/Parte/Proceso	Función	Potencial efecto de falla	Severidad	Potencial modo de falla	Potencial causa de falla
1	Encajonado	Separador de placas	Rotura de la soldadura de tabiques	8	Rotura de la soldadura de tabiques	Mala calidad del material
			Deformación en la soldadura de tabiques	8	Deformaciones en la soldadura de tabiques	Mala calidad del material

Fuente: Elaboración propia.

Según la figura N°25, la probabilidad de Ocurrencia muestra cuan probable es que el tipo de defecto examinado ocurra en el cliente, la cual contiene 5 tipos de acontecimientos, donde cada uno de ellas muestra una puntuación. Para la selección del tipo de probabilidad de Ocurrencia, se seleccionó el ratio de falla bajo, debido a que los fallos ocurren ocasionalmente en la operación de soldado de tabiques, por lo cual se muestra una puntuación de 5. Esta puntuación se puede observar en la Tabla N°44.

Tabla N°44: Valoración de la variable probabilidad de Ocurrencia

N°	Interface/Parte/Proceso	Función	Potencial efecto de falla	Severidad	Potencial modo de falla	Potencial causa de falla	Ocurrencia
1	Encajonado	Separador de placas	Rotura de la soldadura de tabiques	8	Rotura de la soldadura de tabiques	Mala calidad del materia 1	5
			Deformación en la soldadura de tabiques	8	Deformaciones en la soldadura de tabiques	Mala calidad del materia 1	5

Fuente: Elaboración propia.

Luego de obtener las variables de severidad y probabilidad de ocurrencia se procedió a calcular la criticidad, donde se aplicó la Fórmula N°16.

$$\text{Criticidad} = 8 * 5 = 40$$

Esta criticidad representa la combinación de la severidad y probabilidad de ocurrencia, como se observa en la Figura N°26.

Luego de calcular la criticidad el siguiente paso es describir la detección, pero antes se mencionó que el modo de detección se realizó mediante un muestreo. Esta descripción se puede observar en la Tabla N°45.

Tabla N°45: Determinación del modo de detección

N°	Interface/Parte/Proceso	Función	Severidad	Ocurrencia	Criticidad	Modo de detección
1	Encajonado	Separador de placas	8	5	40	Muestreo
			8	5	40	Muestreo

Fuente: Elaboración propia.

Según la Figura N°25, la probabilidad de no ser Detectado muestra cuan probable es que el defecto llegue al cliente, la cual contiene 5 tipos de acontecimientos, donde cada uno de ellas muestra una puntuación. Para la selección del tipo de probabilidad de no ser detectado, se seleccionó la detección baja, debido a que la fiabilidad de la detección puede ser probada, por lo cual se muestra una puntuación de 5. Esta puntuación se puede observar en la Tabla N°46

Tabla N°46: Valoración de la variable probabilidad de no ser detectado (Detección)

N°	Interface/Parte/Proceso	Función	Severidad	Ocurrencia	Criticidad	Modo de detección	Detección
1	Encajonado	Separador de placas	8	5	40	Muestreo	5
			8	5	40	Muestreo	5

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, luego de obtener las variables severidad, ocurrencia y detección, se calculó el nivel promedio de riesgo, mediante la aplicación de la Fórmula N°17.

$$RPN = 8 * 5 * 5 = 200$$

Según la Tabla N°3, se puede mencionar que el desarrollo del proceso de encajonado presenta un riesgo medio de falla, por lo tanto, se plantearon acciones de corrección para evitar la ocurrencia de fallas. Los resultados de este análisis se pueden observar en la Tabla N°47.

Tabla N°47: Calculo de la probabilidad media de falla (RPN)

N°	Interface/Parte/Proceso	Función	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN
1	Encajonado	Separador de placas	8	5	5	200
			8	5	5	200

Fuente: Elaboración propia.

b. Documentación del nuevo método de trabajo, luego de haber realizado el cambio de especificación de espesor del material separador de placas, se documentó el nuevo método de trabajo. Para ello, primero se mostraron los diagramas realizados en el punto 4.3. Diagnóstico actual de la empresa. Luego de realizar los diagramas se realizó una descripción del nuevo método de trabajo en el puesto de encajonado, el cual se puede observar en el Anexo N°20. Los diagramas realizados en el diagnóstico actual nos mostraron algunos cambios que se dieron en los puestos de trabajo, debido a la implementación del nuevo método.

En la Figura N°55 y Figura N°56, se mostraron dos Diagramas de Operaciones del Proceso de ensamble de una batería automotriz, el primero fue de la situación actual con los tiempos estándar y el segundo fue de la situación propuesta con el nuevo método de trabajo el cual tuvo otros tiempos estándar.

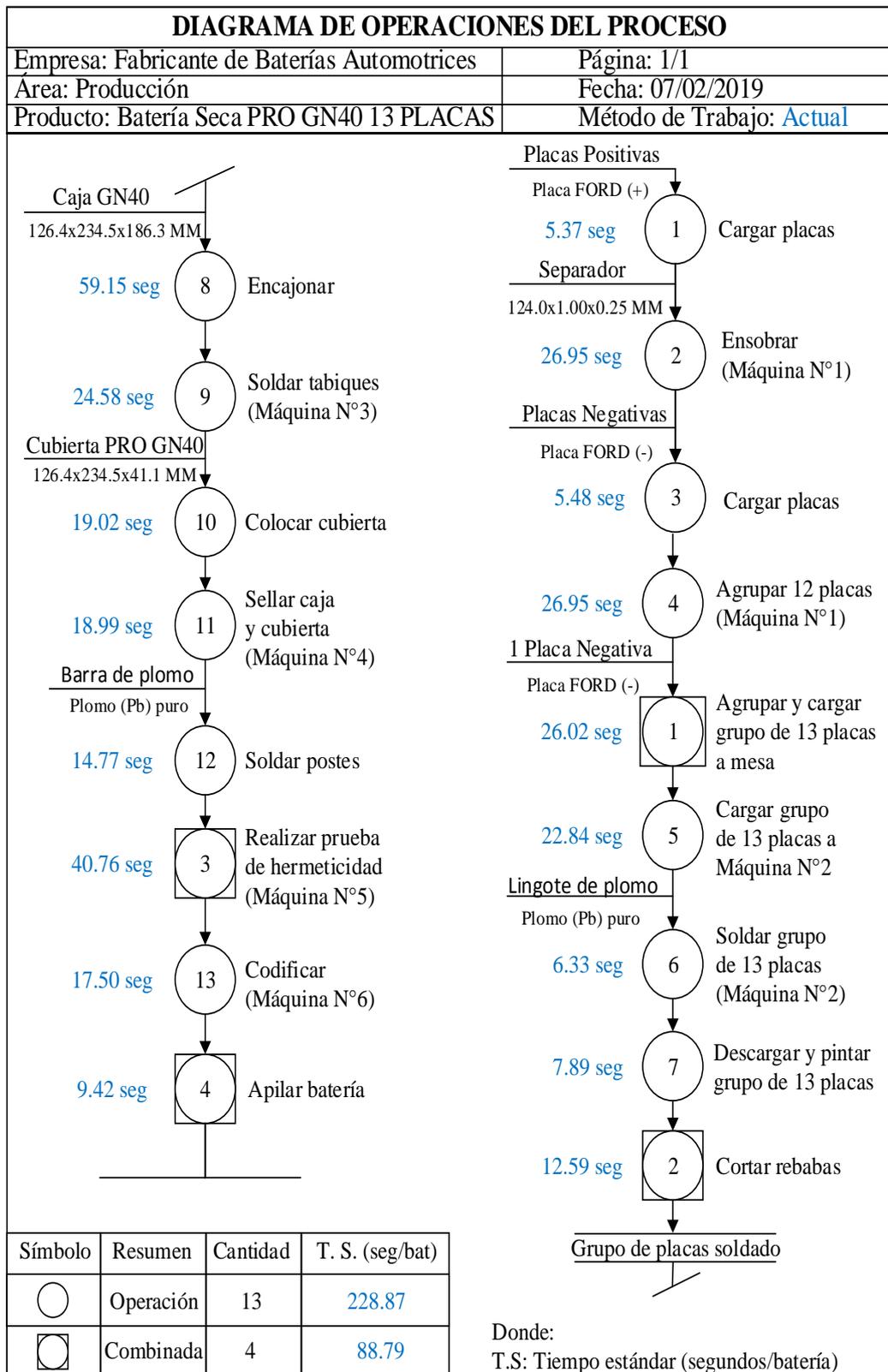


Figura N°55: Diagrama de Operaciones Actual.

Fuente: Elaboración propia.

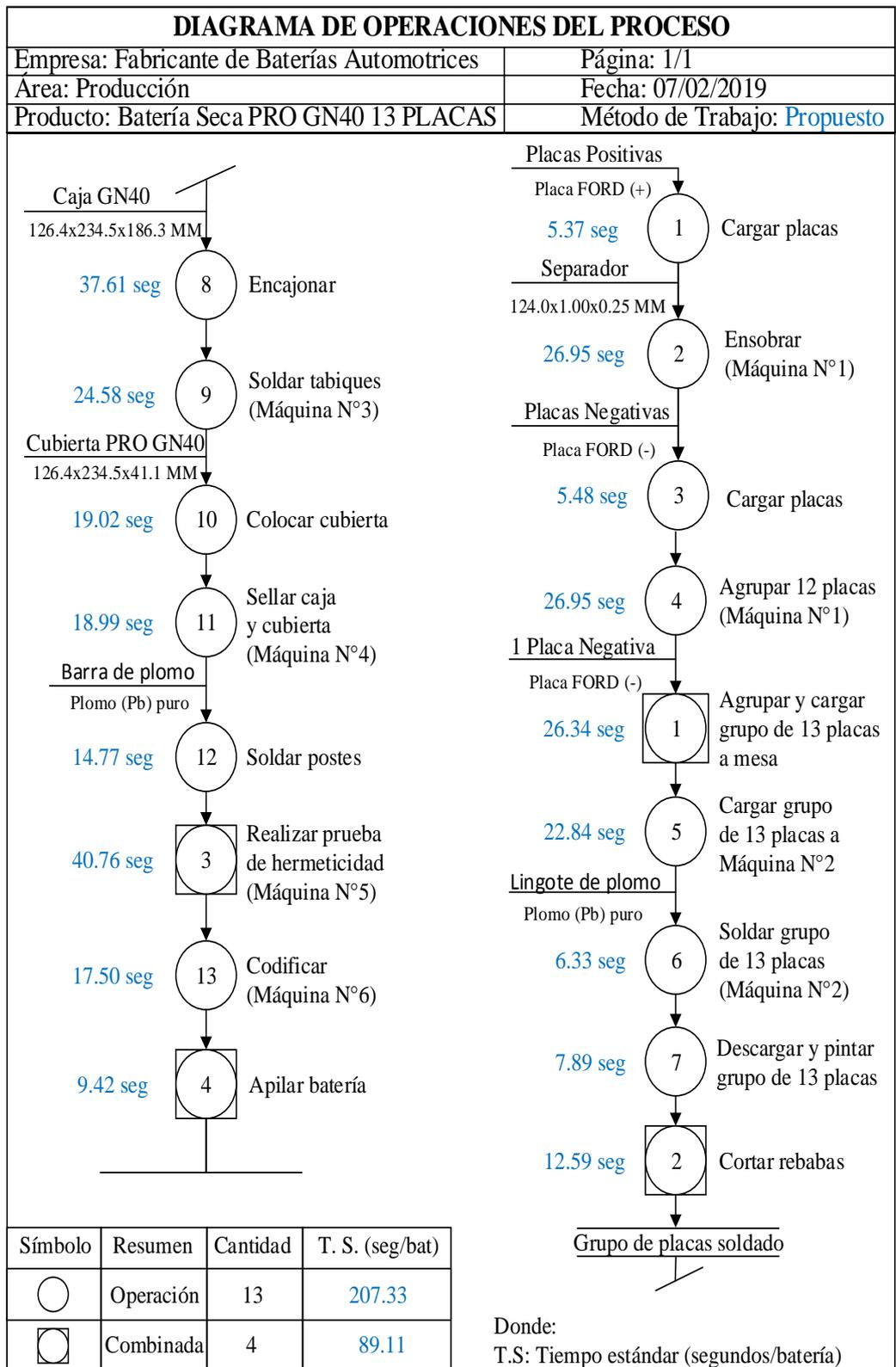


Figura N°56: Diagrama de Operaciones Propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°57, se muestra el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP), donde solo se puede observar hasta el puesto de encajonado, el cual es el puesto donde se cambió el método de trabajo.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO					
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 1	Resumen		Elaborado por:	
Objeto de estudio: Operadores	Actividad - Símbolo	Operación	○	Cantidad	27
	Operación	○			27
Actividad: Ensamble de batería seca	Transporte	⇨		Cantidad	3
Método: Actual/ <b>Propuesto</b>	Espera	□		Cantidad	6
	Espera	□			6
Lugar: Línea de ensamble	Combinado	◻		Cantidad	11
	Almacenamiento	▽		Cantidad	1
Descripción	Símbolo				Observaciones
	○	□	⇨	▽	
Cargar placas negativas a la ensobradora.	●				<b>Puesto de Trabajo N°1:</b> Habilitado de placas
Trasladar placas negativas a la ensobradora.				●	
Cargar placas positivas a la ensobradora	●				
Trasladar placas positivas a la ensobradora.				●	
Habilitar placas negativas al agrupado manual.					<b>Puesto de Trabajo N°2:</b> Ensobrado de placas
Colocar rollo separador a la máquina.				●	
Ensobrar placas positivas y agrupar con placas negativas.	●				
Colocar placa negativa al grupo de placas.	●				<b>Puesto de trabajo N°3:</b> Agrupado de placas
Acomodar grupo de placas.				●	
Colocar grupo de placas en mesa rotatoria.				●	
<b>Habilitar cajas al puesto de trabajo.</b>					<b>Puesto de trabajo N°4:</b> Carga de grupo de placas
Carga de grupo de placas a máquina COS.	●				
Esperar soldado de straps en la máquina COS.				●	<b>Puesto de trabajo N°5:</b> Carga de grupo de placas y accionamiento de la máquina COS
Carga de grupo de placas a máquina COS.	●				
Acomodar espigas del grupo de placas.				●	
Accionar la máquina COS.				●	<b>Puesto de trabajo N°6:</b> Descarga y pintado de grupo de placas
Descargar y quitar rebabas del grupo de placas.	●				
Pintar straps del grupo de placas.	●				
Esperar soldado de straps en la máquina COS.				●	
Colocar lingote de plomo al crisol de la COS.	●				<b>Puesto de trabajo N°7:</b> Corte de rebabas del grupo de placas
Cortar rebabas de los grupos de placas.	●				
Coger caja y colocar en mesa.					<b>Puesto de trabajo N°8:</b> Encajonado
Encajonar grupos de placas en caja de batería.	●				
Empujar batería a la faja de rodillos.	●				
Total	12	2	4	5	1

Figura N°57: Diagrama de Análisis del Proceso Propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°58, se muestra el Diagrama de desperdicios, de igual manera solo se mostró hasta el puesto de encajonado. En este diagrama se puede observar la disminución de actividades en dicho puesto; debido al cambio de método de trabajo. Además, podemos observar que existen menos actividades que no agregan valor, con el fin de eliminar las actividades improductivas del puesto de encajonado y por ende mejorar la productividad en la línea de ensamble.

DIAGRAMA DE DESPERDICIOS							
Resumen de Tipo de actividades		Resumen			Elaborado por:		
Agregan valor (a)	8	Actividad	Símbolo	Cantidad	Cristhian Mendoza Morales.		
NAV pero es necesario (b)	9	Operación	○	27	Aprobado por: Jefe de Ingeniería de Producción.		
No agregan valor ó NAV (c)	7	Transporte	⇨	3			
% VA = ((a+b)/(a+b+c))*100	71%	Espera	□	6			
Diagrama Num: 1 Hoja Núm 1	Lugar: Línea de ensamble	Combinado	◻	11			
Método: Actual/Propuesto		Almacenamiento	▽	1			
Descripción	Símbolo					Tipo de actividad	Observaciones
	○	◻	⇨	□	▽		
Cargar placas negativas a la ensobradora.	●					a	<b>Puesto de Trabajo N°1:</b> Habilitado de placas
Trasladar placas negativas a la ensobradora.						b	
Cargar placas positivas a la ensobradora	●					a	
Trasladar placas positivas a la ensobradora.						b	
Habilitar placas negativas al agrupado manual.						c	
Colocar rolo separador a la máquina.						b	
Ensobrar placas positivas y agrupar con placas negativas.	●					a	<b>Puesto de Trabajo N°2:</b> Ensobrado de placas
Colocar placa negativa al grupo de placas.	●					a	<b>Puesto de trabajo N°3:</b> Agrupado de placas
Acomodar grupo de placas.						c	
Colocar grupo de placas en mesa rotatoria.						b	
<b>Habilitar cajas al puesto de trabajo.</b>						c	<b>Puesto de trabajo N°4:</b> Carga de grupo de placas
Carga de grupo de placas a máquina COS.	●					a	
Esperar soldado de straps en la máquina COS.						c	<b>Puesto de trabajo N°5:</b> Carga de grupo de placas y accionamiento de la máquina COS
Carga de grupo de placas a máquina COS.	●					a	
Acomodar espigas del grupo de placas.						b	
Accionar la máquina COS.						a	<b>Puesto de trabajo N°6:</b> Descarga y pintado de grupo de placas
Descargar y quitar rebabas del grupo de placas.	●					b	
Pintar straps del grupo de placas.	●					c	
Esperar soldado de straps en la máquina COS.						c	
Colocar lingote de plomo al crisol de la COS.	●					b	<b>Puesto de trabajo N°7:</b> Corte de rebabas del grupo de placas
Cortar rebabas de los grupos de placas.						b	
Coger caja y colocar en mesa.						b	<b>Puesto de trabajo N°8:</b> Encajonado
Encajonar grupos de placas en caja de batería.	●					a	
Empujar batería a la faja de rodillos.	●					c	
Total	12	2	4	5	1		

Figura N°58: Diagrama de Desperdicios Propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

c. Acondicionamiento de la nueva distribución del puesto de trabajo.

El acondicionamiento del puesto de encajonado se basó en realizar, cambios de ubicaciones de los materiales como cajas y la adición de una estoca manual. Al realizar estos cambios de ubicaciones, se marcó el piso donde se encontraba cada material y estoca. Para hacer muestra de ello, a continuación, se observa la Tabla N°48, donde se muestra las ubicaciones antes y después.

Tabla N°48: Ubicaciones de los materiales



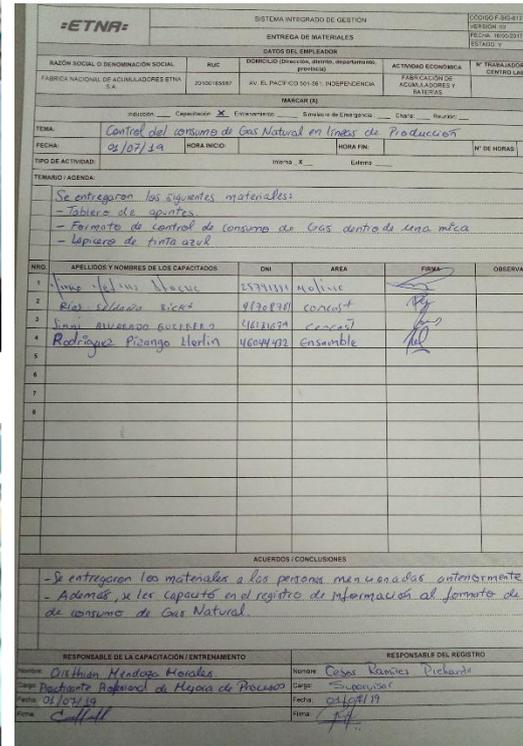
Fuente: Elaboración Propia.

d. Capacitación del nuevo método de trabajo

Luego de haber realizado los diagramas correspondientes al nuevo método de trabajo y con esta información haber desarrollado una descripción del método de trabajo, se realizaron capacitaciones a los operadores del puesto de encajonado.

Estas capacitaciones fueron realizadas con la aprobación del supervisor y líder de la línea de ensamble. El formato de capacitación se puede observar en el Anexo N°21. A continuación, se observa la Tabla N°49, donde se mostraron las evidencias y fotos de la capacitación realizada en el puesto de trabajo. Esta capacitación fue realizada por el analista del estudio de trabajo.

Tabla N°49: Capacitaciones a operadores del puesto de encajonado

Fotos de capacitación	Foto del formato registrado																														
	 <p><b>ETNA</b> SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</p> <p>ENTREGA DE MATERIALES</p> <p>Razón Social o Denominación Social: FABRICA NACIONAL DE ACUMULADORES ETNA S.A. RUC: 20102-83287 Domicilio: AV. EL PACIFICO 901-961 INDEPENDENCIA Actividad Económica: FÁBRICAS DE ACUMULADORES Y BATERÍAS</p> <p>Tema: <i>Control del consumo de Gas Natural en líneas de Producción</i></p> <p>Fecha: <i>02/07/19</i> Hora Inicio: Hora Fin: Nº de Horas:</p> <p>Participantes:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NRO.</th> <th>APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS</th> <th>DNI</th> <th>AREA</th> <th>ASINATURA</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><i>Jairo Jairo Macae</i></td> <td><i>25791319</i></td> <td><i>molino</i></td> <td><i>[Firma]</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><i>Riaz Wilson Riaz</i></td> <td><i>8120298</i></td> <td><i>control</i></td> <td><i>[Firma]</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><i>Juan Alejandro Guerrero</i></td> <td><i>91612679</i></td> <td><i>control</i></td> <td><i>[Firma]</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><i>Rodrigo Pizango Herlin</i></td> <td><i>46094972</i></td> <td><i>ensamble</i></td> <td><i>[Firma]</i></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>ACUERDOS/CONCLUSIONES</p> <p><i>- Se entregaron los siguientes materiales: - Tablero de apantes - Formato de control de consumo de Gas dentro de una mica - Lapicero de tinta azul</i></p> <p><i>- Se entregaron los materiales a las personas mencionadas anteriormente - Además, se les capacito en el registro de información al formato de consumo de Gas Natural.</i></p> <p>Responsable de la Capacitación/Entrenamiento: <i>Ortiz Mendez Morales</i> Fecha: <i>02/07/19</i></p> <p>Responsable del Registro: <i>Osorio Rios Pichardo</i> Fecha: <i>02/07/19</i></p>	NRO.	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	DNI	AREA	ASINATURA	OBSERVACIONES	1	<i>Jairo Jairo Macae</i>	<i>25791319</i>	<i>molino</i>	<i>[Firma]</i>		2	<i>Riaz Wilson Riaz</i>	<i>8120298</i>	<i>control</i>	<i>[Firma]</i>		3	<i>Juan Alejandro Guerrero</i>	<i>91612679</i>	<i>control</i>	<i>[Firma]</i>		4	<i>Rodrigo Pizango Herlin</i>	<i>46094972</i>	<i>ensamble</i>	<i>[Firma]</i>	
NRO.	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	DNI	AREA	ASINATURA	OBSERVACIONES																										
1	<i>Jairo Jairo Macae</i>	<i>25791319</i>	<i>molino</i>	<i>[Firma]</i>																											
2	<i>Riaz Wilson Riaz</i>	<i>8120298</i>	<i>control</i>	<i>[Firma]</i>																											
3	<i>Juan Alejandro Guerrero</i>	<i>91612679</i>	<i>control</i>	<i>[Firma]</i>																											
4	<i>Rodrigo Pizango Herlin</i>	<i>46094972</i>	<i>ensamble</i>	<i>[Firma]</i>																											
																															

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2.1.2 Aplicación del Estudio de Tiempos

Para realizar el estudio de tiempos al nuevo método de trabajo, se realizó la misma secuencia que se desarrolló en la sección 4.3.1 Aplicación del estudio de tiempos. Por lo tanto, a continuación, mostraremos la secuencia de implementación para desarrollar el estudio de tiempos:

#### a. Cronometraje de los ciclos por actividades del puesto de encajonado

El cronometraje realizado al puesto de encajonado se detalla en el Anexo N°22. Sin embargo, a continuación, se puede observar en la Tabla N°50, un resumen

de los tiempos observados de las actividades realizadas en el puesto de encajonado.

Tabla N°50: Tiempos observados en el puesto de encajonado

Actividad	Puesto de Encajonado	T.O.
N°		(seg)
A1	Coger caja y colocar en mesa de trabajo	1.79
A2	Encajonar grupos de placas soldadas en celdas de la caja	30.29
A3	Empujar batería hacia la faja de rodillos	1.80
	Tiempo de ciclo en el puesto de encajonado	33.88

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N°50, se muestran los tiempos observados obtenidos por la toma de tiempos aplicado a cada actividad del puesto de encajonado, además se puede observar en la Figura N°59, el nuevo tiempo observado del puesto de encajonado y los tiempos de los demás puestos de trabajo. Estos tiempos observados de los puestos de trabajo fueron relacionados con el target de producción con el que planifica el área de programación de la producción.

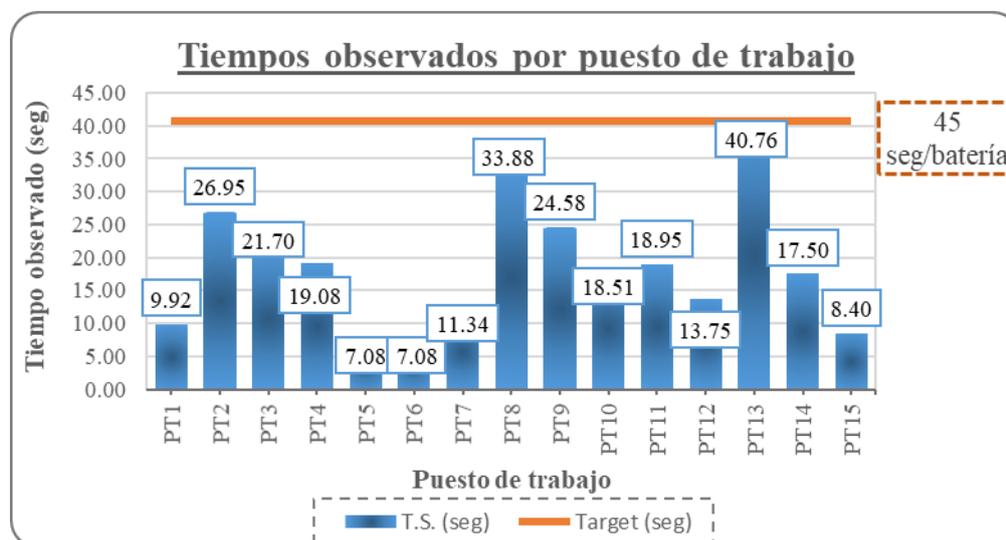


Figura N°59: Tiempos de ciclo observados por puesto de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

b. Definir el número de observaciones para el nuevo método de trabajo

Según la Figura N°59, podemos observar que el nuevo cuello de botella para la fabricación de una batería seca es el puesto de Hermeticidad (PT13). Sin,

embargo para que se realice este nuevo cuello de botella, debemos de estar seguros del nuevo tiempo observado del puesto de encajonado. Entonces el tiempo medio observado que se va considerar para el cálculo del número de observaciones es de 33.88 segundos.

En la Figura N°16, el cual muestra el número de ciclos recomendados por la General Electric Company, de donde podemos obtener el siguiente resumen que se puede observar en la Tabla N° 51.

Tabla N° 51: Número recomendado de ciclos

Tiempo de ciclos (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.50	60
0.75	40

Fuente: Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Niebel (2014), Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, p.308.

Por ende, se convirtió el tiempo observado de segundos a minutos.

$$TO = 33.88 \text{ seg} * \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \right) = 0.56 \text{ min}$$

En la Tabla N° 51, se mostró que 0.56 min está por encima de 0.50 min, por lo que el inmediato superior es el valor de 0.75, entonces, el número de observaciones son iguales a 40.

Podemos mencionar los siguientes puntos:

- Necesitamos 40 observaciones como recolección de datos para el puesto de encajonado.
- Entonces requerimos tomar 30 observaciones más para completar las 10 observaciones que ya se habían tomado, en la primera recolección de datos.

c. Definir la calificación del operario en el puesto de encajonado.

Para realizar la calificación del operario en el puesto de encajonado se tuvo que seleccionar el método de valoración, en donde se seleccionó la Escala Base 100 debido a que es la más usada y recomendada por los creadores del MTM (Methods Time Measurement). Además, este mismo método fue usado para el

primer estudio de tiempos aplicado a todos los puestos de trabajo. Por lo tanto, para calificar al operario del puesto de encajonado se usó la Tabla N°22, expuesto en la sección 4.3.2.3. Definir la calificación del operario en los puestos de trabajo. Esta calificación aplicada al operador del puesto de encajonado se puede observar en el Anexo N° 23.

#### d. Cálculo del tiempo normal del puesto de encajonado

Para realizar el cálculo del tiempo normal, se aplicó la fórmula N°3. Estos cálculos realizados, se pueden observar con más detalle en el Anexo N°23. Sin embargo, podemos apreciar en la Tabla N°52, un resumen de los tiempos normales de las actividades en el puesto de encajonado.

Tabla N°52: Tiempo observado y normal en el puesto de encajonado

Actividad N°	Puesto de Encajonado	T.O. (seg)	T.N. (seg)
A1	Coger caja y colocar en mesa de trabajo	1.79	1.79
A2	Encajonar grupos de placas soldadas en celdas de la caja	30.29	30.29
A3	Empujar batería hacia la faja de rodillos	1.80	1.80
	Tiempo de ciclo en el puesto de encajonado	33.88	33.88

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N°52, todas las actividades realizadas en el puesto de encajonado tienen como similitud el tiempo observado (TO) y el tiempo normal (TN), debido a que el tiempo observado no ha sido afectado por la valoración. Por lo tanto, se puede deducir, que la reducción del tiempo improductivo del puesto de encajonado tuvo una aceptación favorable a nivel ergonómico y a nivel de eficiencia; por lo que, el operador de encajonado mantuvo el ritmo de producción durante la toma de tiempos obtenida. Sin embargo, se puede observar en la Figura N°60, las otras variaciones del tiempo observado y tiempo normal de los puestos de la línea de ensamble.

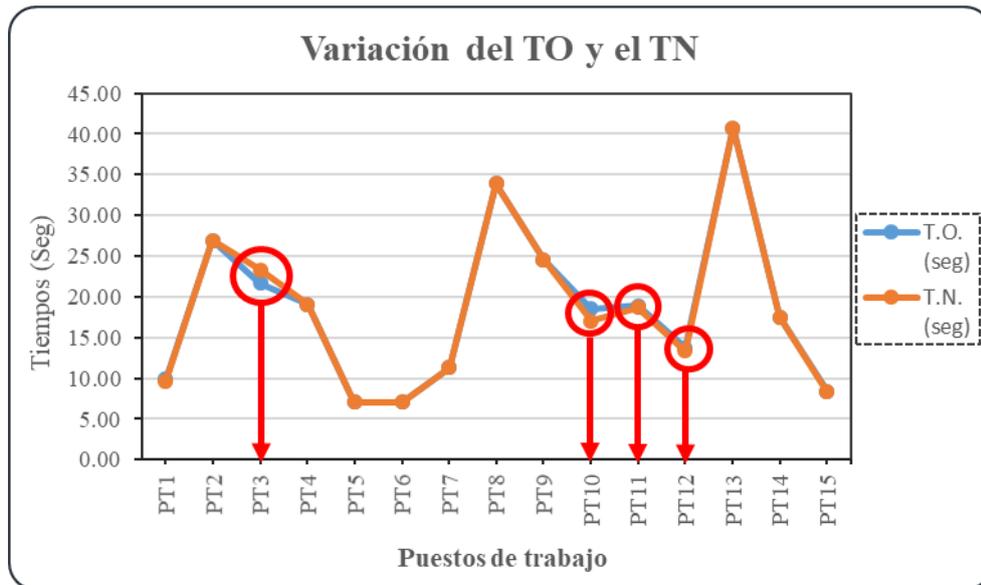


Figura N°60: Variación del Tiempo observado (TO) y el Tiempo normal (TN).

Fuente: Elaboración propia.

Según la Figura N°60, se observa que dentro de los puestos de trabajo que presentan variación ya no se encuentra el puesto de encajonado. Sin embargo, todavía existen puestos de trabajo que presentan variación debido a la complejidad e improductividad que existe en la línea de ensamble.

#### e. Asignación de suplementos en el puesto de encajonado

Para asignar suplementos a las actividades realizadas por el operador en el puesto de encajonado, se seleccionó un método de asignación de suplementos, donde para el desarrollo del estudio de tiempos se seleccionó la Tabla de la OIT (Oficina Internacional del Trabajo), debido a que se usó la Figura N°17 de la sección 2.2.1.4.2. El detalle de la asignación de suplementos se puede observar en el Anexo N°24. Entonces, luego de analizar con el analista del estudio del trabajo sobre las nuevas condiciones del puesto de encajonado, donde estas nuevas condiciones representan la nueva distribución que se hizo en el puesto de encajonado; por lo que en la Tabla N°53, se muestra la ausencia de los suplementos variables.

Tabla N°53: Suplementos asignados para el puesto de encajonado

Tipo de Suplementos	Símbolo	Descripción del suplemento	Valor OIT	Valor para el cálculo del TS
Suplementos Constantes	S1	Suplemento por necesidades personales	5	0.05
	S2	Suplemento por fatiga	4	0.04
	S3	Suplemento por trabaja de pie	2	0.02

Fuente: Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Kanawaty G. (1996). Obtenido de Introducción al estudio de trabajo, p.308.

#### f.- Cálculo del tiempo estándar

Para realizar el cálculo del tiempo estándar, se aplicó la Fórmula N°4. Estos cálculos realizados, se pueden observar con más detalle en el Anexo N° 24. Sin embargo, podemos apreciar en la Tabla N°54, un resumen de los tiempos observados, tiempos normales y tiempos estándar de las actividades impuestas por el nuevo método de trabajo en el puesto de encajonado.

Tabla N°54: Tiempo estándar en el puesto de encajonado

Actividad N°	Puesto de Encajonado	T.O. (seg)	T.N. (seg)	T.S. (seg)
A1	Coger caja y colocar en mesa de trabajo	1.79	1.79	1.98
A2	Encajonar grupos de placas soldadas en celdas de la caja	30.29	30.29	33.62
A3	Empujar batería hacia la faja de rodillos	1.80	1.80	2.00
Tiempo de ciclo en el puesto de encajonado		33.88	33.88	37.61

Fuente: Elaboración Propia.

#### 5.1.2.2 Implementación del balance de línea

En la etapa de planteamiento de la mejora, se obtuvieron indicadores que fueron desarrollados luego de aplicar el método heurístico. En esta etapa de desarrollo y aplicación del balance, consiste en desarrollar los siguientes puntos:

##### a. Distribución de planta según las nuevas estaciones de trabajo.

Como se mencionó en la Tabla N°38, se agruparon los puestos de trabajo en estaciones. En el capítulo IV se mostró la distribución de planta actual de la línea

de ensamble. En la Figura N°61, se muestra la distribución de planta mejorado de la línea de ensamble, el cual tiene como características la distribución de planta por estaciones de trabajo y la nueva ubicación de los materiales (pallets de cajas) y equipos de carga.

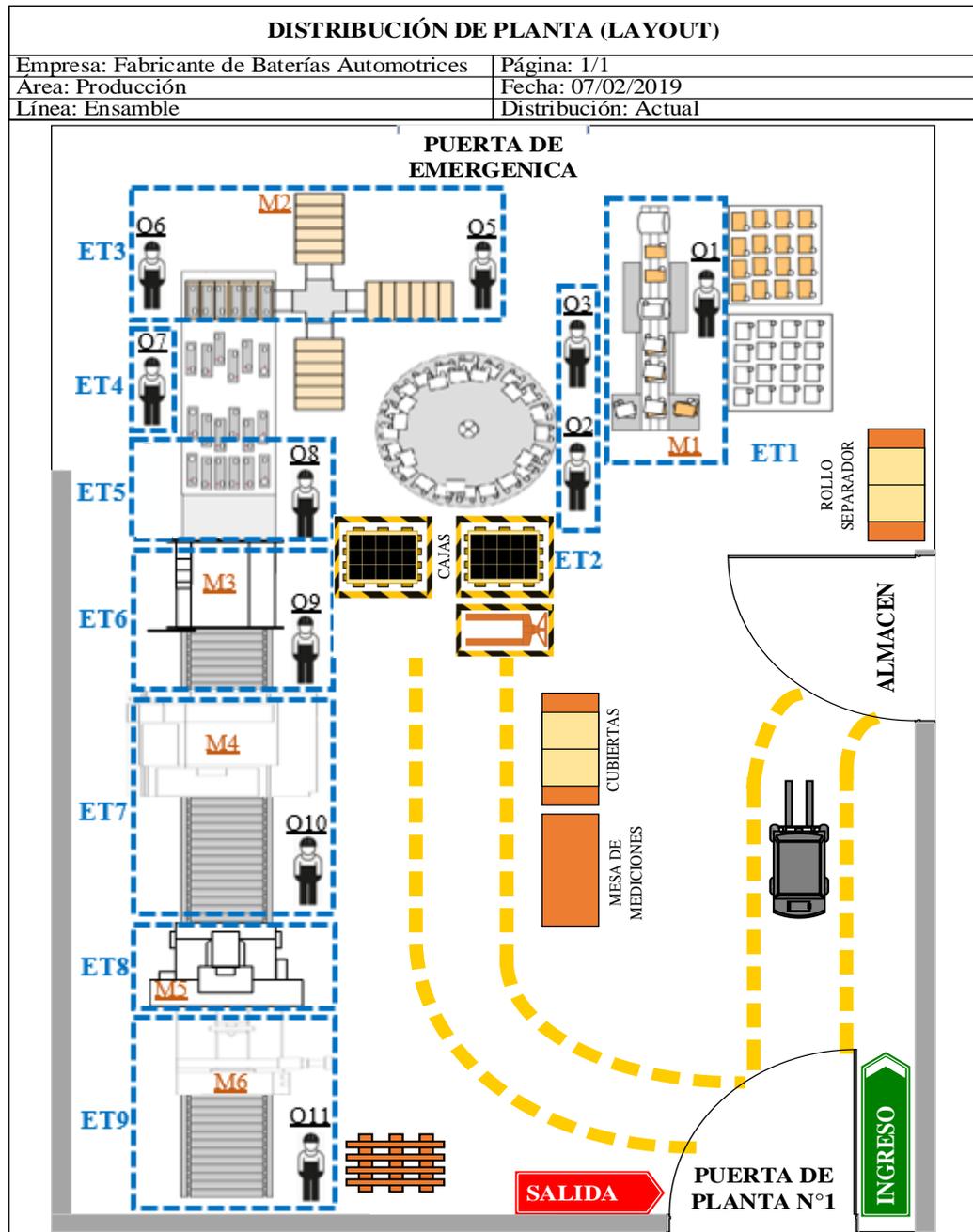


Figura N°61: Distribución de planta propuesto.

Fuente: Elaboración Propia.

## b. Descripción de las estaciones de trabajo

Para definir las estaciones de trabajo en la distribución de planta, se procedió a explicar las nuevas actividades por cada estación de trabajo.

b1. En la estación N°1 (ET1), denominada estación de ensobrado de placa, se puede observar que el operador 1 (O1) sigue realizando sus mismas actividades que es cargar placas positivas y negativas a la máquina ensobadora (M1). Además, este operador es responsable de su máquina al realizar cambios de modelos y mantenimiento autónomo.

b2. En la estación N°2 (ET2), denominada estación de agrupado de placas y habilitado de cajas, se puede observar que los operadores 2 y 3 (O2 y O3), realizan la misma actividad, que es agrupar placas y colocar en mesa circular giratoria; sin embargo, existe una diferencia entre las actividades de ambos operadores, la diferencia es que el operador 2 (O2) tiene como nueva actividad habilitar las cajas a la estación 5 (ET5), usando la estoca manual.

b3. En la estación N°3 (ET3), denominada estación de soldado de placas, se puede observar que el operador 5 (O5) es la única persona en cargar el grupo de placas a la máquina COS (M2), ya que antes esta actividad lo realizaban dos operadores. Por otro lado, el operador 6 (O6) sigue realizando sus mismas actividades que son descargar placas soldadas y pintarlas de un lado. Ambos operadores (O5 y O6) son responsables de la máquina COS (M2).

b4. En la estación N°4 (ET4), denominada estación de corte de rebabas, se puede observar que el operador 7 (O7) sigue realizando la misma actividad que es cortar rebabas de las placas soldadas.

b5. En la estación N°5 (ET5), denominada estación de encajonado, se puede observar a los operadores 8 (O8), el cual realiza la actividad de encajonado, pero con diferente método de trabajo; por otro lado, el operador 4 (O4) es la persona que se retiró del puesto de cargar placas a la máquina COS (M2), por ende, este operador ya no sigue trabajando en la línea de ensamble, al menos que, el supervisor y el líder de línea proponga su reingreso pero ya no sería en la estación N°3, sino en la estación N°5, por motivo de que no se logró establecer a la estación de trabajo N°5, como la estación cuello de botella.

b6. En la estación N°6 (ET6), denominada estación de soldado de tabiques y colocación de cubiertas, se puede observar al operador 9 (O9), quien sigue realizando su mismo trabajo de colocar cubiertas a las cajas de la batería; además, este operador tiene la responsabilidad de que la máquina soldadora de tabiques (M3) opere en buenas condiciones y reciba la caja bien encajonada.

b7. En la estación N°7 (ET7), denominada estación de sellado, soldado de postes y habilitado de cubiertas, se puede observar al operador 10 (O10), quien sigue realizando su actividad de soldar postes, añadiendo la responsabilidad de la máquina selladora (M4), debido a que su estación debe de recibir cajas y cubiertas bien selladas, para no tener problemas con la siguiente operación. Además, este operador, también se encarga de habilitar las cubiertas a la estación 6 (ET6).

b8. En la estación N°8 (ET8), denominada estación de prueba de hermeticidad, se puede observar a la máquina probadora de hermeticidad (M5), como único recurso, debido a que, en esta estación se genera el nuevo cuello de botella.

b9. Por último, tenemos a la estación N°9 (ET9), denominada estación de codificado y apilado de baterías, la cual está constituida por el operador 11 (O11) el cual tiene la responsabilidad de la máquina codificadora (M6) que es cambiar el código de la batería y ajustar las guías de entrada según el tamaño de la batería, muy aparte de realizar su propia actividad que es apilar baterías.

### 5.1.3 Verificación del cumplimiento del estándar

Verificar se refiere a determinar si la implementación del estándar consiguió los resultados planteados; para ello verificamos dos puntos consecutivos: el primero es la verificación del nuevo método, el cual nos permitió conocer si el trabajador llegó a cumplir con el método de trabajo descrito y capacitado. El segundo y último punto es la verificación del tiempo estándar, que nos permitió conocer por medio de un monitoreo realizado, si la línea de ensamble llegó a estabilizarse y, por otro lado, si el tiempo de ciclo llegó a alcanzar el tiempo planteado en el análisis del nuevo método.

#### 5.1.3.1 Verificación del nuevo método

Para verificar el cumplimiento del nuevo método de trabajo, se realizó un Check List aplicado al puesto de encajonado. En la Figura N°62, se puede observar el desarrollo de la lista de verificación o Check List.

<b>LISTA DE VERIFICACIÓN O CHECK LIST DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO</b>		
<b>Área:</b> Línea de ensamble	<b>Alcance:</b> Operación de encajonado	
<b>Auditor:</b> Cristhian Mendoza Morales	<b>Fecha:</b> 19 de agosto del 2019	
<b>Escribir conforme o no conforme con una X, Donde C:Cumplió NC: No cumplió</b>		
<b>Preguntas de Diagnóstico</b>	<b>C(X)</b>	<b>NC(X)</b>
<b>1. Comprensión del nuevo método de trabajo</b>		
1.1. ¿El trabajador conoce las tareas que son pertinentes para su puesto de trabajo?	X	
1.2. ¿El trabajador realiza las tareas de acuerdo a la descripción del nuevo método de trabajo?		X
1.3. ¿El trabajador realiza las tareas en el tiempo establecido?		X
<b>2. Comprensión de las nuevas estaciones de trabajo</b>		
2.1. ¿El trabajador conoce quien es la persona responsable de abastecer las cajas de la batería?	X	
2.2. ¿El trabajador conoce las nuevas condiciones del abastecimiento de las cajas de la batería?	X	
2.3. ¿ El trabajador tiene el conocimiento del cambio de espesor del separador de placas?	X	
<b>3. Determinación del alcance del objetivo de producción</b>		
3.1. ¿El trabajador conoce los objetivos de producción?		X

Figura N°62: Lista de verificación del nuevo método de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°62, podemos observar que tenemos tres puntos del Check List, que los operadores no cumplen, los cuales, dos de ellos son el incumplimiento discontinuo del nuevo método de trabajo y por ende este afecta al tiempo establecido; el último punto que no se cumple es el desconocimiento del operador de encajonado, del objetivo o target de producción del producto que se está ensamblando.

#### 5.1.3.2 Verificación de los tiempos de encajonado

Para verificar el nuevo tiempo de encajonado, se realizó un monitoreo de tiempos observados en el puesto de encajonado. Como bien se explicó en la implementación del balance de línea, el monitoreo de los tiempos observados que se tomó fue realizado con un operador en la estación de encajonado (estación N°5). Por lo que, según los cálculos realizados del tiempo de ciclo estándar del

nuevo método de trabajo, se espera que el cuello de botella ya no sea la estación de encajonado (estación N°5), sino ahora el cuello sea la estación de prueba de hermeticidad (estación N°8). A continuación, se puede observar en la Figura N°63, el monitoreo realizado por el mismo período del monitoreo inicial, que fue de 2 horas.

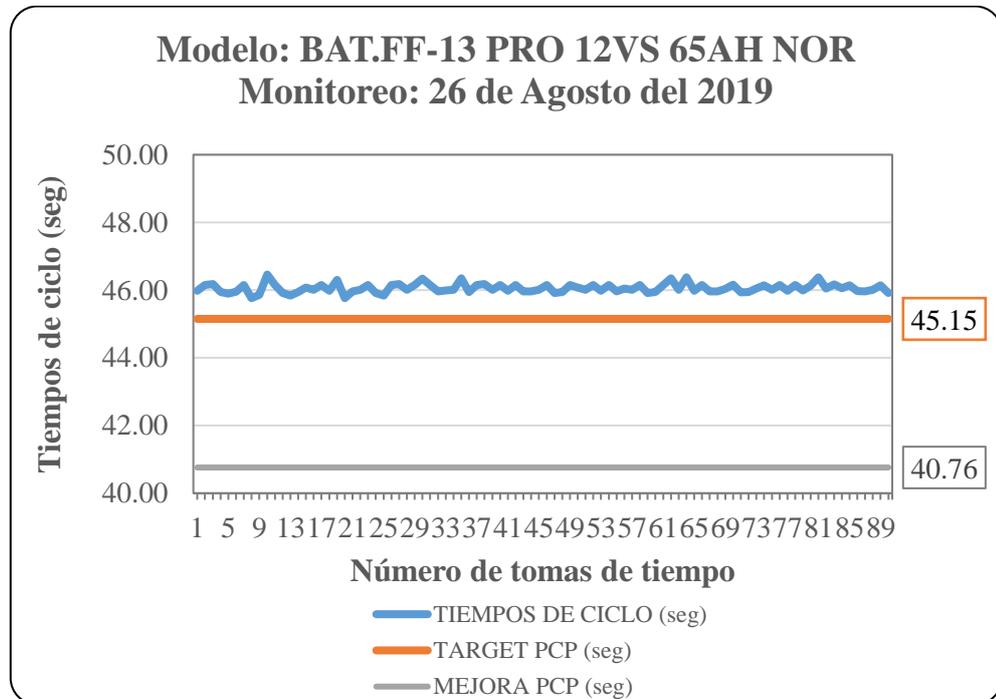


Figura N°63: Monitoreo en la estación de trabajo encajonado.

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Figura N°63, se ha podido observar en este último monitoreo que es necesario tomar medidas o acciones que hagan cumplir el nuevo método de trabajo y por ende el tiempo calculado de dicho método; además, se puede observar que, tiempo de ciclo monitoreado (color azul), muestra una tendencia de menor variabilidad y mayor estabilidad; también vemos que se acerca bastante al tiempo programado o target del área de PCP (color naranja). Sin embargo, el tiempo de ciclo monitoreado (color azul), se encuentra por encima y distante del tiempo de ciclo mejorado o calculado por el nuevo método de trabajo.

Por lo tanto, como hemos podido observar en los resultados obtenidos del Check List y el monitoreo, correspondiente a la Figura N°62 y Figura N°63, tuvimos resultados que mostraron tiempos de ciclo que presentaron una tendencia

estabilizada; sin embargo, todavía no obtuvimos el tiempo de ciclo que se había planteado en el análisis del nuevo método.

#### 5.1.4 Documentación estándar

Debido a los resultados obtenidos en la etapa de verificación, se ajustó el proceso al estándar planteado. Para ello, se documentó las operaciones críticas que presenta la línea de ensamble. Esta generación de documentos fue la última etapa del ciclo de estandarización o ciclo SDCA, la cual tiene como finalidad, estandarizar la línea de ensamble.

La documentación estándar se refiere a la generación de nuevos procedimientos o documentos que permitan prevenir la recurrencia del problema original o fijar metas para los nuevos mejoramientos. En esta etapa, primero se mostró los tipos de documentos que se pueden implementar en las industrias, con el fin de identificar los documentos que son claves para las estaciones de trabajo implementadas en la línea de ensamble. Por último, en esta etapa se mostró el cronograma de la entrega de documentos que fueron seleccionados previamente.

##### 5.1.4.1 Documentación del proceso de ensamble

La documentación del proceso de ensamble a desarrollar, se dividió en los siguientes documentos, esta división se puede observar en la Figura N°64.



Figura N°64: Estructura de documentación de control.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°64, se puede observar la división de documentos que se aplicaron en la estandarización de procesos, la cual nos muestra los diferentes tipos de

documentos que podemos aplicar en la línea de ensamble. Sin embargo, dentro de los documentos esenciales a desarrollar en la línea de ensamble, solo se seleccionaron dos documentos, los cuales fueron: Guía de trabajo y Lección de un punto. Debido a que, estos dos documentos permitieron conseguir la estandarización en la línea de ensamble.

#### 5.1.4.2 Diagrama de Gantt para la entrega de documentación

Luego de conocer los tipos de documentos a realizar, se estableció la cantidad de documentos a realizar en la línea de ensamble y por último se elaboró un cronograma de cumplimiento de entrega y puesta en fábrica de estos documentos estándar. La elaboración de este cronograma se puede observar en el Anexo N°25.

Sin embargo, en la Tabla N°55, se mencionaron las estaciones de trabajo seleccionadas, la explicación de su selección y por último el documento que se entregó.

Tabla N°55: Selección de estaciones de trabajo por criticidad

Estación de trabajo	Explicación	N° doc.	Documento
Estación N°5. Estación de encajonado.	Es la estación en la que se modificó el método de trabajo.	1	Guía de trabajo para la operación de encajonado.
Estación N°5. Estación de encajonado, y la Estación N°6. Estación de soldado de tabiques y colocación de cubiertas.	Son estaciones que presentan un punto en común, que por un lado es la salida de la estación N°5 y, por otro lado, es la entrada a la estación N°6.	2	Lección de un punto (LUP) de alineamiento de tabiques.
Estación N°6. Estación de soldado de tabiques y colocación de cubiertas.	Es la estación en la que se modificaron algunas actividades.	3	Guía de trabajo para la colocación de cubiertas.
Estación N°7. Estación de soldado de postes y habilitado de cubiertas.	Es la estación en la que se agregaron actividades, que antes no se realizaban.	4	Guía de trabajo para la operación de soldado de postes.

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla N°55, tenemos las estaciones de trabajo a estandarizar, que son: la estación de encajonado (Estación N°5), la estación de soldado de tabiques y colocación de cubiertas (Estación N°6) y la estación de soldado de postes y habilitado de cubiertas (Estación N°7), las cuales consideramos como estaciones de trabajo críticas. Por lo tanto, el contenido de estos 4 documentos se puede observar en el Anexo N°26.

## 5.2 Presentación de resultados de la situación después

### 5.2.1 Resultados obtenidos de la capacidad de producción después

Para obtener los resultados de la capacidad de producción, de la muestra después, se aplicaron las fórmulas correspondientes para su cálculo:

a) Capacidad de diseño, Fórmula N°8:

$$CPd = \frac{3600}{TS} * \frac{8h}{1turno}$$

b) Capacidad efectiva, Fórmula N°9:

$$CPef = Cd * Fs$$

c) Capacidad real, Fórmula N°10:

$$CPreal = CPef * EGE$$

En estas fórmulas se usaron ciertos datos como:

a) El factor suplemento (Fs) que fue de 11%, para el cálculo de la capacidad de producción efectiva.

b) El indicador EGE que fue de 99.17%, para el cálculo de la capacidad de producción real.

A continuación, se puede observar en la Tabla N°56, los tres tipos de capacidad de producción, donde en la columna “CPreal después” fue la que se usó para comparar muestras, la cual se realizó en el análisis de resultados.

Tabla N°56: Resultados de las capacidades de producción después

N°	Código	Tc Después (Seg/Bat)	CPd Después (Bat/Turno)	CPef Después (Bat/Turno)	CPreal Después (Bat/Turno)
1	10001865	43.77	658	586	582
2	10000752	43.59	661	589	585
3	10001574	43.81	658	586	582
4	10000144	43.70	660	588	584
5	10000126	43.96	656	584	580
6	10000007	43.43	664	591	587
7	10003053	43.79	658	586	582
8	10000803	43.81	658	586	582
9	10000117	43.86	657	585	581
10	10001948	43.97	655	583	579
11	10000193	43.40	664	591	587
12	10000037	43.36	665	592	588
13	10001532	45.24	637	567	563
14	10000465	46.04	626	558	554
15	10000797	46.15	624	556	552
16	10000449	46.16	624	556	552
17	10001634	45.24	637	567	563
18	10000027	45.23	637	567	563
19	10000196	45.26	637	567	563
20	10000165	45.27	637	567	563
	Promedio	44.45	649	578	574

Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.2 Resultados obtenidos de la eficiencia de la línea después

A continuación, se puede observar la Tabla N°57, que muestra la eficiencia de la línea de ensamble, donde la columna “Eficiencia después” fue la que se usó para comparar muestras, la cual se realizó en el análisis de resultados.

Tabla N°57: Resultado de la Eficiencia de la línea de ensamble después

N°	Código	Eficiencia Después (%)
1	10001865	98.87%
2	10000752	99.28%
3	10001574	98.80%
4	10000144	99.05%
5	10000126	98.46%
6	10000007	99.65%
7	10003053	98.83%
8	10000803	98.79%
9	10000117	98.69%
10	10001948	98.43%
11	10000193	99.72%
12	10000037	99.81%
13	10001532	99.80%
14	10000465	98.08%
15	10000797	97.83%
16	10000449	97.82%
17	10001634	99.80%
18	10000027	99.83%
19	10000196	99.75%
20	10000165	99.73%
Promedio		99.05%

Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.3 Resultados obtenidos de la productividad después

Para mostrar los resultados obtenidos de la productividad, lo dividimos en tres pasos:

a. Primer paso: Cálculo de las horas hombre teórico (H-Hteó). Para ello se aplicó la Fórmula N°13.

Cálculo de la hora hombre teorica:

$$H - Hteó = TS * \text{Número de ope}$$

Los resultados de las horas hombres teóricas, se pueden observar en la Tabla N°58.

Tabla N°58: Resultado de las Horas hombre teórico después

N°	Código	Tc Después (Seg/Bat)	Tc Después (Hora/Bat)	Nro. De Ope. Después (Hombres)	Horas Hombre Teórico Después (H-Hteo/Bat)
1	10001865	43.77	0.0122	10	0.1216
2	10000752	43.59	0.0121	10	0.1211
3	10001574	43.81	0.0122	10	0.1217
4	10000144	43.70	0.0121	10	0.1214
5	10000126	43.96	0.0122	10	0.1221
6	10000007	43.43	0.0121	10	0.1206
7	10003053	43.79	0.0122	10	0.1217
8	10000803	43.81	0.0122	10	0.1217
9	10000117	43.86	0.0122	10	0.1218
10	10001948	43.97	0.0122	10	0.1221
11	10000193	43.40	0.0121	10	0.1206
12	10000037	43.36	0.0120	10	0.1204
13	10001532	45.24	0.0126	10	0.1257
14	10000465	46.04	0.0128	10	0.1279
15	10000797	46.15	0.0128	10	0.1282
16	10000449	46.16	0.0128	10	0.1282
17	10001634	45.24	0.0126	10	0.1257
18	10000027	45.23	0.0126	10	0.1256
19	10000196	45.26	0.0126	10	0.1257
20	10000165	45.27	0.0126	10	0.1258
	Promedio	44.45	0.0124	10	0.1235

Fuente: Elaboración propia.

b. Segundo paso: Cálculo de las horas hombre real. Para ello se aplicó la Fórmula N°14.

$$H - H_{real} = \frac{HTt * \text{Número ope}}{CP_{real}}$$

Los resultados de las horas hombre real, se pueden observar en la Tabla N°59.

Tabla N°59: Resultado de las Horas hombre real después

N°	Código	Nro. De Ope. Después (Hombres)	H. Reales Trab. Por Turno Después (H/Turno)	H - H Por Turno Después (H-H/Turno)	CPreal Después (Bat/Turno)	H – H Real Después (H-Hreal/Bat)
1	10001865	10	7	70	582	0.1323
2	10000752	10	7	70	585	0.1316
3	10001574	10	7	70	582	0.1323
4	10000144	10	7	70	584	0.1318
5	10000126	10	7	70	580	0.1328
6	10000007	10	7	70	587	0.1312
7	10003053	10	7	70	582	0.1323
8	10000803	10	7	70	582	0.1323
9	10000117	10	7	70	581	0.1325
10	10001948	10	7	70	579	0.1330
11	10000193	10	7	70	587	0.1312
12	10000037	10	7	70	588	0.1310
13	10001532	10	7	70	563	0.1368
14	10000465	10	7	70	554	0.1390
15	10000797	10	7	70	552	0.1395
16	10000449	10	7	70	552	0.1395
17	10001634	10	7	70	563	0.1368
18	10000027	10	7	70	563	0.1368
19	10000196	10	7	70	563	0.1368
20	10000165	10	7	70	563	0.1368
	Promedio	10	7	70	574	0.1343

Fuente: Elaboración propia.

c. Tercer paso: Cálculo de la productividad. Para ello se aplicó la Fórmula N°15.

$$\%Ple = \frac{H - H \text{ teó}}{H - H \text{ real}} * 100$$

A continuación, se puede observar la Tabla N°60, que muestra la productividad de la línea de ensamble, donde la columna “Productividad Después” fue la que se usó para comparar muestras, la cual se realizó en el análisis de resultados.

Tabla N°60: Resultado de la productividad después

N°	Código	H – H Teó Después (H-Hteó/Bat)	H – H Real Después (H-Hreal/Bat)	Productividad Después (%)
1	10001865	0.1216	0.1323	91.91%
2	10000752	0.1211	0.1316	92.00%
3	10001574	0.1217	0.1323	91.98%
4	10000144	0.1214	0.1318	92.06%
5	10000126	0.1221	0.1328	91.98%
6	10000007	0.1206	0.1312	91.97%
7	10003053	0.1217	0.1323	91.95%
8	10000803	0.1217	0.1323	91.99%
9	10000117	0.1218	0.1325	91.92%
10	10001948	0.1221	0.1330	91.84%
11	10000193	0.1206	0.1312	91.90%
12	10000037	0.1204	0.1310	91.98%
13	10001532	0.1257	0.1368	91.89%
14	10000465	0.1279	0.1390	92.01%
15	10000797	0.1282	0.1395	91.91%
16	10000449	0.1282	0.1395	91.92%
17	10001634	0.1257	0.1368	91.88%
18	10000027	0.1256	0.1368	91.86%
19	10000196	0.1257	0.1368	91.93%
20	10000165	0.1258	0.1368	91.95%
	<b>Promedio</b>	<b>0.1235</b>	<b>0.1343</b>	<b>91.94%</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 Análisis De Resultados

El análisis de resultados consta de dos etapas consecutivas, que son: el análisis descriptivo y el análisis inferencial. El análisis descriptivo se basó en mostrar la comparación de resultados obtenidos del antes y después de haber implementado las herramientas desarrolladas en los capítulos IV y V. Para ello, previamente se mostró información de la muestra obtenida en el capítulo II.

El análisis inferencial consiste en que, primero se determinó si los datos que corresponden a cada hipótesis planteada presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico, es decir, se aplicó la prueba de normalidad; luego de determinar el comportamiento de nuestros datos de cada hipótesis planteada; el siguiente paso fue la contrastación de cada hipótesis planteada, donde se demostró la veracidad de la mejora de cada indicador por medio de sus medias estadísticas; finalmente, para

culminar el proceso de análisis inferencial se realizó el análisis del P-Valor, el cual consiste en validar nuestra mejora de cada indicador por medio de la significancia de la estadística a desarrollar. Para el desarrollo del análisis inferencial se usó el software IBM SPSS Statistics versión 24.

Por lo tanto, cada resultado del análisis descriptivo e inferencial fue presentado dentro de cada hipótesis planteada, comenzando desde la hipótesis general hasta las hipótesis específicas.

### 5.3.1 Hipótesis general

Como se mencionó en el capítulo II, tenemos como hipótesis general lo siguiente: “La estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble”. Por esa razón se mostró la productividad antes y después aplicada a la línea de ensamble, las cuales fueron resultados de la división entre horas hombre teórico y horas hombre real, que para llegar a obtener el cálculo de la productividad antes se desarrolló la Tabla N°32, Tabla N°33 y Tabla N°34, para llegar a obtener el cálculo de la productividad después, se desarrolló la Tabla N°58, Tabla N°59 y Tabla N°60.

El resumen de los resultados obtenidos de la productividad antes y después se pueden observar en la Tabla N°61.

Tabla N°61: Resultados de productividad antes y después

Hipótesis		Hipótesis General	
Indicadores Muestra (Datos)	Productividad Antes (%)	Productividad Después (%)	
1	81.15%	91.91%	
2	81.32%	92.00%	
3	81.19%	91.98%	
4	81.21%	92.06%	
5	81.28%	91.98%	
6	81.15%	91.97%	
7	81.33%	91.95%	
8	81.33%	91.99%	
9	81.31%	91.92%	
10	81.23%	91.84%	
11	81.09%	91.90%	
12	81.41%	91.98%	
13	81.16%	91.89%	
14	81.28%	92.01%	
15	81.40%	91.91%	
16	81.37%	91.92%	
17	81.13%	91.88%	
18	81.19%	91.86%	
19	81.26%	91.93%	
20	81.36%	91.95%	
<b>Promedio</b>	<b>81.26%</b>	<b>91.94%</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla N°61, podemos observar el promedio de la productividad antes y después; con la cual podemos obtener cuanto ha sido la mejora realmente en productividad. Por lo tanto, aplicando la Fórmula N°22, tenemos lo siguiente:

$$\% \text{Mejora de la P} = \left( \frac{91.94\% - 81.26\%}{81.26\%} \right) * 100$$

$$\% \text{Mejora de la P} = 13.15\%$$

Por lo tanto, podemos mencionar que se mejoró la productividad de la línea de ensamble en 13.15%.

Luego de haber realizado el análisis descriptivo, es decir haber mostrado el antes, después y porcentaje de mejora de la variable productividad, procedimos a realizar el siguiente análisis inferencial:

a.- Prueba de normalidad

Hipótesis alternativa (Ha): La estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble.

A continuación, se muestra el análisis de datos de la hipótesis general, con el fin de conocer si existen datos perdidos o no válidos para el análisis. Por ende, se desarrolló la Tabla N°62, obtenida del software SPSS.

Tabla N°62: Análisis de datos de la Hipótesis General

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad Antes	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
Productividad Después	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

Fuente: Elaboración Propia.

Entonces, debido a que, los 20 datos de la hipótesis general son válidos, procedemos a determinar su comportamiento. Se procedió a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk, debido a que, los datos a analizar son menores a 30. Por lo tanto, se desarrolló la Tabla N°63, obtenida del software SPSS.

Tabla N°63: Prueba de Shapiro-Wilk de la Hipótesis General

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	,110	20	,200*	,959	20	,521
Productividad Después	,107	20	,200*	,984	20	,972

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

La significancia (Sig.) obtenida de esta última tabla, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

Si:  $\rho$  valor  $\leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si:  $\rho$  valor  $> 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Por lo tanto, de la Tabla N°63, se puede validar que las significancias obtenidas del estadígrafo Shapiro Wilk, para la productividad antes es de 0.521 y para la

productividad después es de 0.972. Entonces, como ambos valores son mayores a 0.05, siguiendo la regla de decisión queda demostrado que los datos de las productividades presentan un comportamiento paramétrico. Por otro lado, podemos mencionar que ambas muestras de productividad son muestras relacionadas, debido a que en ambas muestras se encuentran los mismos productos, y las mismas personas y máquinas que ensamblaron dichos productos. Por las razones explicadas anteriormente y la teoría que justifica las características de la prueba T - Student, el cual se puede observar en Triola M. (2009) página 679, se procedió a realizar un análisis con la prueba T - Student, para analizar la contrastación de la hipótesis general.

#### b.- Contrastación de la hipótesis general

Debido a que, el análisis de normalidad demostró que los datos presentan un comportamiento paramétrico y siendo muestras relacionadas, se procedió a realizar la prueba “T - Student”, con el fin de validar la veracidad de la hipótesis general. Por lo tanto, para el análisis tenemos lo siguiente:

Hipótesis nula (Ho): La estandarización de procesos no mejora la productividad de la línea de ensamble.

Hipótesis alternativa (Ha): La estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble.

Entonces, al realizar la prueba de T - Student en el software SPSS, obtuvimos la Tabla N°64.

Tabla N°64: Prueba de T-Student (Contrastación de la hipótesis general)

<b>Estadísticas de muestras emparejadas</b>					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par	Productividad Antes	81,2575	20	,09569	,02140
1	Productividad Después	91,9415	20	,05528	,01236

Fuente: Elaboración Propia

La significancia (Sig.) obtenida de esta última figura, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

Ho:  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Por lo tanto, de la Tabla N°64, se puede validar que la media de la productividad antes (81.2575%) es menor que la media de la productividad mejorada (91.9415%). Entonces, no se llega a cumplir que " $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ ". Por tal motivo, se rechaza la hipótesis nula (Ho), de que la estandarización de procesos no mejora la productividad de la línea de ensamble, por lo cual queda validado que la estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble.

### c.- Análisis del P-Valor

Con el fin de confirmar que el análisis es el correcto, procedemos a realizar el siguiente análisis del  $\rho$ -valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba T - Student. Entonces al realizar este análisis en el software SPSS, se obtuvo la Tabla N°65.

Tabla N°65: Análisis del P-Valor de la Hipótesis General

	Media	Desviación estándar	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
			Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Pa r 1 Productividad Antes - Productividad Después	- 10,6840 0	,09566	,02139	- 10,72877 10,63923	- 49 9,4 60	19	,000

Fuente: Elaboración Propia.

La significancia (Sig.) obtenida de esta última figura, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

Si:  $\rho\text{-valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula (Ho).

Si:  $\rho\text{-valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula (Ho).

Por lo tanto, de la Tabla N°65, se puede validar que la significancia de la productividad antes y después es de 0.00. Entonces, como este valor es menor a 0.05, siguiendo la regla de decisión queda demostrado que se rechaza la hipótesis

nula (Ho). Por tal motivo, se acepta que la estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble.

### 5.3.2 Hipótesis específica N°1

De igual manera, tenemos como hipótesis específica N°1 lo siguiente: “La aplicación del estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción”. Por esa razón mostramos el indicador relacionado con la aplicación del estudio de métodos y tiempos, el cual es: la capacidad de producción; donde, para calcular la capacidad de producción con respecto a la situación antes y después, se siguió una serie de cálculos, los cuales se pueden observar en las Tabla N°30 y Tabla N°56. Estos resultados se pueden apreciar en la Tabla N°66.

Tabla N°66: Resultados de la Capacidad de Producción antes y después

Hipótesis	Hipótesis Específica N°1	
Indicadores Muestra (Datos)	Capacidad de Producción Antes (Bat/Turno)	Capacidad de Producción Después (Bat/Turno)
1	409	582
2	406	585
3	407	582
4	411	584
5	409	580
6	409	587
7	405	582
8	408	582
9	406	581
10	406	579
11	385	587
12	385	588
13	333	563
14	337	554
15	337	552
16	332	552
17	381	563
18	377	563
19	377	563
20	375	563
<b>Promedio</b>	<b>385</b>	<b>574</b>

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla N°66, podemos observar los promedios de la capacidad de producción, tanto de la situación antes como de la situación después por cada

indicador; con la cual se pudo obtener cuanto ha sido la mejora realmente en la capacidad de producción.

Por lo tanto, podemos mencionar que, para el cálculo de la mejora de la capacidad de producción, aplicamos la Fórmula N°23, teniendo como resultado lo siguiente:

$$\% \text{Mejora del CPreal} = \left( \frac{574 - 385}{385} \right) * 100$$

$$\% \text{Mejora del CPreal} = 49.08\%$$

Por lo tanto, podemos mencionar que, para mejorar la productividad de la línea de ensamble, se mejoró también la capacidad de producción en 49.08%.

Luego de haber realizado el análisis descriptivo, es decir haber mostrado el antes, después y porcentaje de mejora del indicador capacidad de producción, procedimos a realizar el siguiente análisis inferencial:

a.- Prueba de normalidad

Hipótesis alternativa (Ha): La aplicación del estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción. A continuación, mostraremos el análisis de datos de la hipótesis específica N°1, con el fin de conocer si existen datos perdidos o no válidos para el análisis. Por ende, se desarrolló la Tabla N°67, obtenida del software SPSS.

Tabla N°67: Análisis de datos de la Hipótesis Específica N°1

#### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Capacidad Producción Antes	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
Capacidad Producción Después	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

Fuente: Elaboración Propia.

Entonces, debido a que, los 20 datos de la hipótesis específica N°1 son válidos, procedemos a determinar su comportamiento. Se procedió a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk, debido a que, los datos a analizar son menores a 30. Por lo tanto, se desarrolló la Tabla N°68, obtenida del software SPSS.

Tabla N°68: Prueba de Shapiro-Wilk de la Hipótesis Específica N°1

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Capacidad Producción antes	,261	20	,001	,791	20	,001
Capacidad Producción Después	,264	20	,001	,836	20	,003

Fuente: Elaboración Propia.

La significancia (Sig.) obtenida de esta última figura, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

Si:  $\rho$  valor  $\leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si:  $\rho$  valor  $> 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Por lo tanto, de la Tabla N°68, se puede validar que las significancias obtenidas del estadígrafo Shapiro Wilk, para la capacidad de producción antes es de 0.001 y para la capacidad de producción después es de 0.03. Entonces, como ambos valores son menores a 0.05, siguiendo la regla de decisión queda demostrado que los datos de las capacidades reales de trabajo presentan un comportamiento no paramétrico. Por tal motivo, se procedió a realizar un análisis con la prueba de Wilcoxon, para analizar la contrastación de la hipótesis específica N°1.

#### b.- Contrastación de la hipótesis específica N°1

Debido a que, el análisis de normalidad demostró que los datos presentan un comportamiento no paramétrico. Además, podemos mencionar que ambas muestras de capacidad de producción son muestras relacionadas, debido a que en ambas muestras se encuentran los mismos productos, y las mismas personas y máquinas que ensamblaron dichos productos. Por las razones explicadas anteriormente y la teoría que justifica las características del estadígrafo Wilcoxon, el cual se puede observar en Triola M. (2009) página 679, se procedió a realizar el estadígrafo “Wilcoxon”, con el fin de validar la veracidad de la hipótesis específica N°1. Por lo tanto, para el análisis tenemos lo siguiente:

Hipótesis nula (Ho): La aplicación de la ingeniería de métodos y tiempos no mejora la productividad de la línea de ensamble.

Hipótesis alternativa (Ha): La aplicación de la ingeniería de métodos y tiempos mejora la productividad de la línea de ensamble.

Entonces, al realizar el análisis de Wilcoxon en el software SPSS, se obtuvo la Tabla N°69.

Tabla N°69: Estadísticos descriptivos de la Hipótesis Específica N°1

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Capacidad Producción antes	20	384,75	28,565	332	411
Capacidad Producción Después	20	573,60	12,754	552	588

Fuente: Elaboración Propia.

La significancia (Sig.) obtenida de esta última figura, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

Ho:  $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ho:  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Por lo tanto, de la Tabla N°69, se puede validar que la media de la capacidad de producción antes (384.75) es menor que la media de la capacidad de producción después (573.60). Entonces, no se llega a cumplir que “ $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ ”. Por tal motivo, se rechaza la hipótesis nula (Ho), de que la aplicación del estudio de métodos y tiempos no mejora la capacidad de producción, por lo cual queda validado que la aplicación del estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción.

c.- Análisis del P-Valor

Con el fin de confirmar que el análisis es el correcto, procedemos a realizar el siguiente análisis del p-valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon. Entonces al realizar este análisis en el software SPSS, obtuvimos la Tabla N°70.

Tabla N°70: Análisis del P-Valor de la Hipótesis Específica N°1

<b>Estadísticos de prueba</b>	
Capacidad Producción Después – Capacidad Producción Antes	
Z	-3,922 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración Propia.

La significancia (Sig.) obtenida de esta última tabla, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

Si:  $\rho\text{-valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Si:  $\rho\text{-valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Por lo tanto, de la Tabla N°70, se puede validar que la significancia de la capacidad de producción antes y después es de 0.000. Entonces, como este valor es menor a 0.05, siguiendo la regla de decisión queda demostrado que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ). Por tal motivo, se acepta que la aplicación del estudio de métodos y tiempos mejora la productividad de la línea de ensamble.

### 5.3.3 Hipótesis específica N°2

De igual manera, tenemos como hipótesis específica N°2 lo siguiente: “La aplicación del balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.” Por esta razón se mostraron los resultados de la situación antes y después de la eficiencia de la línea de ensamble. Estos resultados fueron obtenidos de la Tabla N°31 y Tabla N°57, los cuales se pueden apreciar como resumen en la Tabla N°71.

Tabla N°71: Resultados de la eficiencia de la línea antes y después

Hipótesis	Hipótesis Específica. N°2	
Indicadores	Eficiencia Antes	Eficiencia Después
Muestra (Datos)	(%)	(%)
1	86.56%	98.87%
2	85.74%	99.28%
3	86.09%	98.80%
4	86.91%	99.05%
5	86.42%	98.46%
6	86.32%	99.65%
7	85.53%	98.83%
8	86.16%	98.79%
9	85.76%	98.69%
10	85.84%	98.43%
11	81.54%	99.72%
12	81.22%	99.81%
13	73.51%	99.80%
14	74.29%	98.08%
15	74.18%	97.83%
16	73.10%	97.82%
17	84.14%	99.80%
18	83.19%	99.83%
19	83.12%	99.75%
20	78.66%	99.73%
<b>Promedio</b>	<b>82.41%</b>	<b>99.05%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla N°71, podemos observar los promedios de la situación antes y después de la eficiencia de la línea de ensamble; con la cual podemos obtener cuanto ha sido la mejora realmente en la eficiencia. Por lo tanto, aplicamos la Fórmula N°24, teniendo como resultado lo siguiente:

$$\%Mejora \text{ del EFICreal} = \left( \frac{99.05 - 82.41}{82.41} \right) * 100$$

$$\%Mejora \text{ del EFICreal} = 20.19\%$$

Por lo tanto, podemos mencionar que, para mejorar la productividad de la línea de ensamble, también se mejoró la eficiencia de la línea de ensamble en 20.19%.

Luego de haber realizado el análisis descriptivo, es decir haber mostrado el antes, después y porcentaje de mejora del indicador eficiencia de la línea de ensamble, procedimos a realizar el siguiente análisis inferencial:

a.- Prueba de normalidad

Hipótesis alternativa (Ha): La aplicación del balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.

A continuación, se mostraron el análisis de datos de la hipótesis específica N°2, con el fin de conocer si existen datos perdidos o no válidos para el análisis. Por ende, se desarrolló la Tabla N°72, obtenida del software SPSS.

Tabla N°72: Análisis de datos de la Hipótesis Específica N°2

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia Antes	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
Eficiencia Después	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

Fuente: Elaboración Propia.

Entonces, debido a que, los 20 datos de la hipótesis específica N°2 son válidos, procedemos a determinar su comportamiento. Se procedió a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk, debido a que, los datos a analizar son menores a 30. Por lo tanto, se desarrolló la Tabla N°73, obtenida del software SPSS.

Tabla N°73: Prueba de Shapiro-Wilk de la Hipótesis Específica N°2

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	,237	20	,005	,788	20	,001
Eficiencia Después	,206	20	,026	,887	20	,023

Fuente: Elaboración Propia

La significancia (Sig.) obtenida de esta última tabla, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

Si:  $\rho \text{ valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si:  $\rho \text{ valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Por lo tanto, de la Tabla N°73, se puede validar que las significancias obtenidas del estadígrafo Shapiro Wilk, para la eficiencia antes es de 0.01 y para la eficiencia después es de 0.023. Entonces, como ambos valores son menores a 0.05, siguiendo la regla de decisión queda demostrado que los datos de las eficiencias presentan un comportamiento no paramétrico. Por tal motivo, se procederá a realizar un análisis con la prueba Wilcoxon, para analizar la contrastación de la hipótesis específica N°2.

b.- Contrastación de la hipótesis específica N°2

Debido a que, el análisis de normalidad demostró que los datos presentan un comportamiento paramétrico. Además, podemos mencionar que ambas muestras de la eficiencia antes y después son muestras relacionadas, debido a que en ambas muestras se encuentran los mismos productos, y las mismas personas y máquinas que ensamblaron dichos productos. Por las razones explicadas anteriormente y la teoría que justifica las características del estadígrafo Wilcoxon, el cual se puede observar en Triola M. (2009) página 679, se procedió a realizar el estadígrafo Wilcoxon, con el fin de validar la veracidad de la hipótesis específica N°2. Por lo tanto, para el análisis tenemos lo siguiente:

Hipótesis nula (Ho): La aplicación del balance de línea no mejora la eficiencia de la línea de ensamble.

Hipótesis alternativa (Ha): La aplicación del balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.

Entonces, al realizar el análisis de Wilcoxon en el software SPSS, obtuvimos la Tabla N°74.

Tabla N°74: Estadísticos Descriptivos de la Hipótesis Específica N°2

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia Antes	20	82,4140	4,92122	73,10	86,91
Eficiencia Después	20	99,0510	,69359	97,82	99,83

Fuente: Elaboración Propia.

La significancia (Sig.) obtenida de esta última figura, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

Ho:  $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ho:  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Por lo tanto, de la Tabla N°74, se puede validar que la media de la eficiencia antes (82.4140%) es menor que la media de la eficiencia después (99.0510 %). Entonces, no se llega a cumplir que “ $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ ”. Por tal motivo, se rechaza la hipótesis nula (Ho), de que la aplicación del balance de línea no mejora la eficiencia de la línea de ensamble, por lo cual queda validado que la aplicación del balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.

c.- Análisis del P-Valor

Con el fin de confirmar que el análisis es el correcto, procedemos a realizar el siguiente análisis del  $\rho$ -valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon. Entonces al realizar este análisis en el software SPSS, se obtuvo la Tabla N°75.

Tabla N°75: Análisis del P-Valor de la Hipótesis Específica N°2

<b>Estadísticos de prueba</b>	
	<i>Eficiencia Después - Eficiencia Antes</i>
Z	-3,920 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración Propia.

significancia (Sig.) obtenida de esta última figura, está delimitada por la siguiente regla de decisión:

Si:  $\rho\text{-valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula (Ho).

Si:  $\rho\text{-valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula (Ho).

Por lo tanto, de la Tabla N°75, se puede validar que la significancia de la eficiencia antes y después es de 0.000. Entonces, como este valor es menor a 0.05, siguiendo la regla de decisión queda demostrado que se rechaza la hipótesis nula (Ho). Por tal motivo, se acepta que la aplicación del balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.

## CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que, mediante la aplicación de todas las etapas del ciclo de estandarización o ciclo SDCA se llegó a incrementar la productividad, logrando obtener como primera instancia reducir el tiempo estándar de ensamblaje de una batería automotriz de 53.52 segundos por batería (promedio del tiempo de ciclo Antes) a 44.45 segundos por batería (promedio del tiempo de ciclo Después). Sin embargo, no se llegó a alcanzar el objetivo de 40.76 segundos por batería, descrito en la etapa planear del ciclo SDCA. Por otro lado, se redujo el personal de la línea de ensamble de 11 a 10 operadores; finalmente se incrementó la producción real de 385 baterías por turno (promedio de capacidad de producción real Antes) a 574 baterías por turno (promedio de capacidad de producción real Después). Por lo tanto, se obtuvo un incremento de 13.15% de productividad.
- 2) Podemos concluir que, mediante la aplicación del estudio de métodos y tiempos se mejoró la capacidad de producción en 49.08%, debido a que antes la capacidad de producción era de 385 baterías por turno y ahora la línea de ensamble produce 574 baterías por turno como capacidad de producción real. Para incrementar la capacidad primero se mejoró el tiempo de ciclo, mediante un análisis de valor agregado, eliminando actividades que no agregan valor; luego se cambió del material separador de placas justificándose mediante el desarrollo del Análisis de Modo y Efectos de Fallas aplicado al proceso; por último, se mejoró el acondicionamiento y distribución de los materiales en el puesto cuello de botella.
- 3) Por último, podemos concluir que, mediante la aplicación del balance de línea se mejoró en 20.19% la eficiencia de la línea de ensamble. Esta mejora se generó debido a que, luego de obtener el tiempo estándar de todos los puestos de trabajo, se procedió a equilibrar las cargas de trabajo, es decir, se balanceó la línea de ensamble. La línea anteriormente presentaba una eficiencia de balance de 48.22%, la cual tenía 15 estaciones de trabajo con 11 operadores; ahora la eficiencia de balance es de 80.36% debido a que la línea cuenta con 9 estaciones de trabajo y 10 operadores. Esto quiere decir que luego de mejorar el tiempo estándar, se procedió a balancear la línea obteniendo los resultados mencionados anteriormente. Finalmente, se capacitó al personal mediante documentación estándar para el cumplimiento y sostenimiento del nuevo método de trabajo.

## RECOMENDACIONES

- 1) Es importante mencionar, que para la estandarización de procesos primero debemos de conocer a detalle la teoría que conlleva a realizar el ciclo de estandarización o ciclo SDCA. Además, se recomienda siempre, antes de aplicar alguna mejora que encuentres, primero debes de conocer su estabilidad o inestabilidad que presenta la línea, para identificar el grado de inestabilidad. Entonces, lo primero a desarrollar será el ciclo de estandarización, el cual tiene como finalidad obtener un estándar común para los métodos de trabajo y, por ende, alcanzar una estabilidad en la línea de fabricación o ensamble en el que se esté aplicando la estandarización de procesos.
- 2) Luego de haber aplicado el estudio de métodos y tiempos, debemos de tener en cuenta ciertos requisitos mencionados antes de hacer el estudio, uno de estos requisitos es conocer a las personas que se encuentran a cargo, como el líder de línea y el supervisor de línea, los cuales son las personas de autoridad. Luego, se debe conocer el proceso de ensamble de una batería automotriz, debemos de levantar información a través de diagramas y herramientas que permitirán después realizar un análisis profundo del caso a solucionar. Por otro lado, no basta con solo ir una primera vez a la línea, más bien, lo que se tiene que hacer es luego de haber aplicado análisis y plantear soluciones, es comprobar si realmente se puede aplicar lo planteado, mediante la aplicación de monitoreos, con la finalidad de asegurar que se siga cumpliendo lo implementado. Finalmente, es necesario capacitar y retroalimentar a las personas correspondientes de la línea de ensamble.
- 3) Para la aplicación del balance de línea, debemos de estar seguros que método elegiremos para aplicar el balance, lo esencial es seleccionar el método más conveniente para el lugar donde se va aplicar el balance, debido a que, cada lugar o campo de aplicación tiene su restricción, la cual es la distribución de planta, y por otro lado se busca desarrollar mejoras en corto plazo. Por lo tanto, es por ese motivo que escogimos el método heurístico, el cual tiene flexibilidad en su aplicación. Finalmente, podemos recomendar que antes de hacer alguna mejora primero se verifique la estabilidad de la línea, y también cuando se esté ejecutando la mejora, debemos de tener un buen trato con las personas que trabajan en la línea de ensamble, para así obtener su colaboración y una mejor implementación de la mejora a realizar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

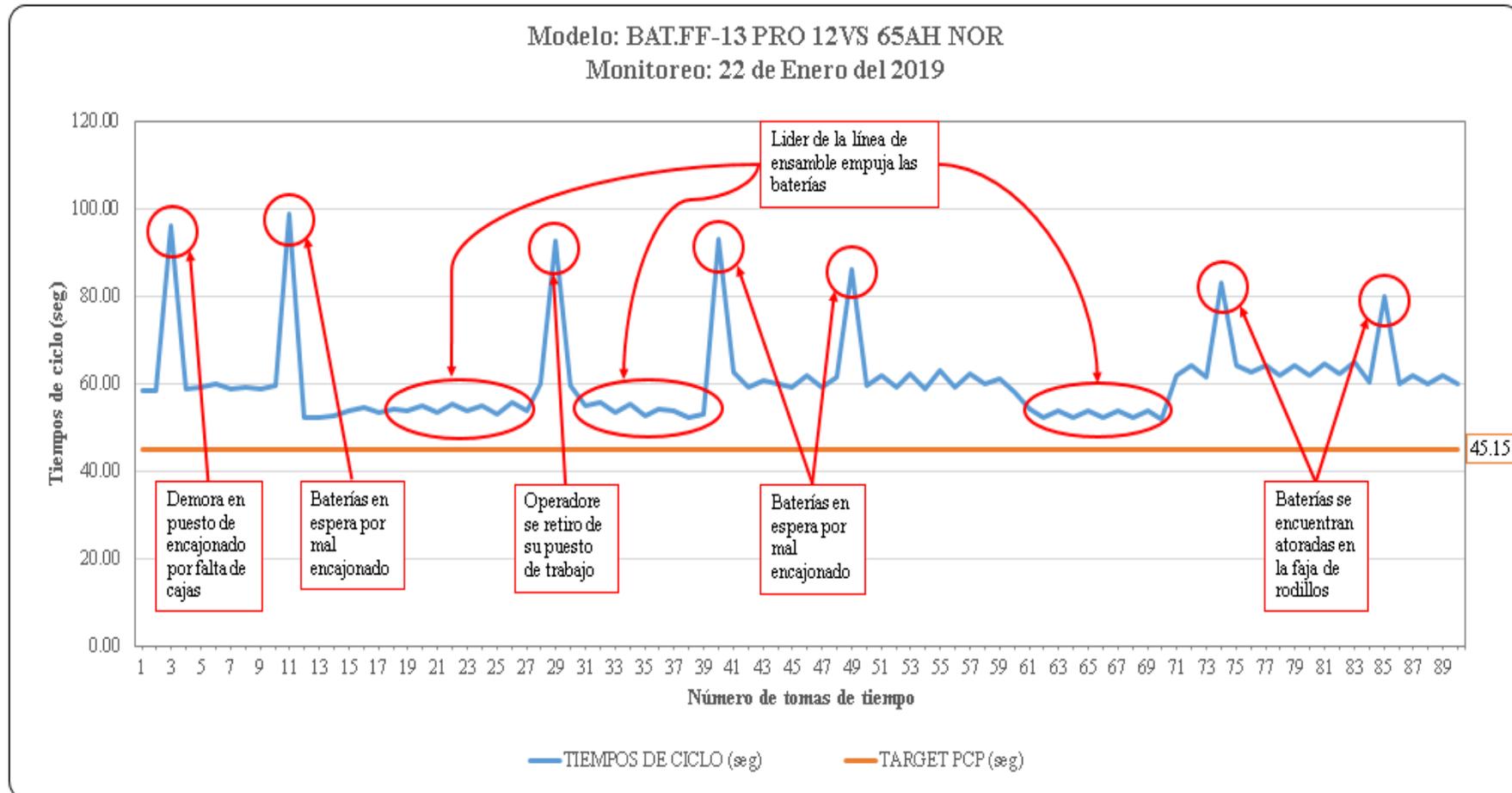
- Alzate, F. (2012). *Iso 9001 calidad total*. Retrieved from <https://iso9001-calidad-total.com/como-estandarizar-los-procesos-bajo-la-norma-iso-9001/>
- Antonio, E. (2016). *Antonio Escobar*. Retrieved from <https://cesar-antonio-escobar-jorquera.webnode.cl/news/diferencia-entre-procedimiento-e-instructivo1/>
- Arbaiza Fermini, L. (2014). *Cómo elaborar una tesis de grado*. Lima: Universidad Esan.
- AulaFacil*. (2019). Retrieved from <https://www.aulafacil.com/cursos/administracion/de-empresas/el-grafico-de-gantt-119668>
- Barceló, J. (2018). *Business School*. Retrieved from <https://blogs.imf-formacion.com/blog/recursos-humanos/capital-humano/10-puntos-elaborar-descripcion-puesto-trabajo/>
- Benavides, B. C. (2017). *Balance de Línea para mejorar la productividad en el área de confección de la empresa Industrias Fashion EIRL - Lima. (Tesis de pregrado)*. Lima.
- Betancourt, D. (2018). *IngenioEmpresa*. Retrieved from <https://ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa/>
- Calero, R. C. (2017). *Estandarización De Los Procesos De Producción, Basado En La Metodología Lean Manufacturing Para La Fabricación De Cisternas, En La Empresa Remolques Tramontana S.A.C.(Tesis de pregrado)*. Huancayo, Perú: Universidad Peruana de los Andes.
- Cordova, C. F. (2014). *Propuesta de mejora del método de ensamble de motocicletas en una planta de producción guatemalteca*. Guatemala. (Tesis de pregrado).
- Diego León Peña Orozco, Á. M. (2016). *Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento*. Pereira - Colombia. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira.
- Echeverría, R. (2010). *Inquietos* . Retrieved from <https://jesusfdezblog.wordpress.com/2010/12/14/reflexiones-el-ciclo-de-la-reflexion-y-el-pdca/>
- Espinoza, R. (2014). *Levantamiento y mejora de procesos en la empresa Car Shopping S.A. y automatización en base a BPM. (Tesis de pregrado)*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador .
- Estandarización de procesos*. (2014). Retrieved from <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/Pasos%20para%20la%20estandarizaci%C3%B3n%20-%20pag%202014.pdf>
- Esteban Gabriel Olazo Carrasco, G. P. (2018). *Propuesta De Mejora Del Proceso De Planchado Y Pintura Para Incrementar La Productividad En La Empresa Autonort Cajamarca S.A.C. (Tesis de pregrado)*. Cajamarca-Perú: Universidad Privada del Norte.
- Fuster, D. (2019). *Cómo Calcular La Productividad Mediante el OEE*. Retrieved from <https://doeet.es/noticias/documentos-tecnicos/como-calcular-la-productividad-mediante-oe.html>

- Gabino, J., & Párraga, M. (2017). Aplicación de las metodologías 8D y AMFE para reducir fallos en una fabrica de refrigeradoras. *Producción y Gestión*, 61-70.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición de trabajo*. Mc Graw Hill.
- Garzón, C. E. (2016). *Rediseño y mejoramiento de la línea de ensamble de cocinas de inducción en la empresa ecuatoriana de artefactos (ECASA)*. (Tesis de pregrado). Quito.
- Gómez, J. I. (2017, Abril). *JJGOMEZ*. Retrieved from <http://www.jggomez.eu/>
- Gonzales, H. (2012). *Calidad & Gestión*. Retrieved from <https://calidadgestion.wordpress.com/tag/diagrama-de-pareto-ejemplo/>
- Jaramillo, M., & Salcedo, J. (2005). Análisis del valor agregado y modo de falla de los procesos de farmacia en una clínica de tercer nivel. *Estudios gerenciales*, 101-115.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra.
- La segunda revolución: Mejora continua*. (2019). Retrieved from Study Lib: <https://studylib.es/doc/6500559/la-segunda-revoluci%C3%B3n--mejora-continua>
- Lema, S., & Chiluisa, W. (2010). *Diseño y propuesta de mejora en la gestión administrativa en el área de alumbrado público de la empresa Quito S.A.*
- León, G. A. (2016). *Levantamiento de proceso, estudio de tiempos y balance de línea para un proceso de ensamble de televisores led*. (Tesis de pregrado).. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad Método para la mejora continua y la solución de problemas*. Fundación confemetal.
- Masaaki, I. (2011). *Como Implementar el Kaizen en el sitio de trabajo*. Mc Graw Hill.
- Mercado, A. C. (2017). *Estandarización de procesos y su impacto en la productividad de la empresa Negociaciones Minera Chavez SAC*.(Tesis de pregrado).. Lima.
- Montalban, E., Arenas, E., Talavera, M., & Magaña, R. (2015). Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para industria Automotriz. *Revista de aplicación de la Ingeniería*, 230-240.
- Niebel, B. w., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo*.Madrid. Mc Graw Hill.
- Noriega, M., & Díaz, B. (2000). *Técnicas para el estudio del trabajo*. Lima : Universidad de Lima.
- Palacios, E. G. (2018). *Propuesta De Mejora Del Proceso De Planchado Y Pintura Para Incrementar La Productividad En La Empresa Autonort Cajamarca S.A.C*. (Tesis de pregrado). Cajamarca-Perú: Universidad Privada del Norte.
- Pancardo, J., Ruiz, M., & Ramírez, M. (2011). *Capacitación cruzada: Una Herramienta para el aumento de la productividad organizacional*. Administración de recursos humanos y comportamiento organizacional.
- PortalCalidad*. (2019). Retrieved from [http://www.portalcalidad.com/etiquetas/240-Checklist\\_Lista\\_de\\_verificacion](http://www.portalcalidad.com/etiquetas/240-Checklist_Lista_de_verificacion)

- ProgressaLean*. (2019). Retrieved from <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>
- Ramírez, J. A. (2018). *Balance de línea para mejorar flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS. (Tesis de pregrado)*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Reyna Amador, M. C. (2017). *UAEH*. Retrieved from [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/icbi/ asignatura/ingenieria/2017/balancedelinea.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icbi/ asignatura/ingenieria/2017/balancedelinea.pdf)
- Riquelme Leiva, M. (2016, Diciembre). *Analisis foda*. Retrieved from <https://www.analisisfoda.com/>
- Rojas, F. (2019). *Gestión de operaciones*. Retrieved from <https://www.gestiondeoperaciones.net/>
- Rojas, J. L. (2009). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. *Académico del Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana*, 61.
- Rosa , C. (2013). *Youtube*. Retrieved from [https://www.youtube.com/watch?v=MQom\\_JYGtWo](https://www.youtube.com/watch?v=MQom_JYGtWo)
- Salazar, B. (2016). *Ingeniería industrial online*. Retrieved from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/ analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
- Sales, M. (2016, Octubre). *EALDE BUSINESS SCHOOL*. Retrieved from [https://www.academia.edu/23719178/Diagrama\\_de\\_Pareto](https://www.academia.edu/23719178/Diagrama_de_Pareto)
- Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanista. *Universidad Ricardo Palma*, 146.
- Sotelo, O. (2011). *Ingeniería de Métodos II Control de lectura 03*. Lima.
- Tinoco, O. (2017). Muestro . Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Triola, M. (2009). *Estadística*. Pearson.
- Universidad Privada Telesup. (2017). *Telesup*. Retrieved from <https://utelesup.edu.pe/blog-ingenieria-industrial-y-comercial/balancede-linea-y-control-de-produccion/>
- Vargas Martínez, E. (2010). *Método heurístico para el balanceo de líneas*.
- Villegas, W. R. (2014). *Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la laboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá*. Quetzaltenango.
- Womack, J., & Jones, D. (2000). *Lean Thinking*. Gestión 2000.

## ANEXOS

Anexo N°1: Monitoreo inicial para conocer la variabilidad de los tiempos de ciclo de la línea de ensamble



Anexo N° 2: Fotos de movimientos innecesarios y disposición de los materiales

<b>Movimientos innecesarios de los operadores y disposición de los materiales en la línea de ensamble</b>	
<b>Foto</b>	<b>Descripción</b>
	<p>Como podemos ver en la foto, el operador se encuentra colocando las baterías al piso, para continuar produciendo.</p>
	<p>Como podemos ver en la foto, los operadores se encuentran empujando las cajas de la batería, debido a que el montacarga no estaba disponible en ese momento.</p>
	<p>Como se puede observar en la foto, los materiales son entregados en esas condiciones y dejan más de un pallet para ya no regresar luego, generando un desorden en la línea de ensamble.</p>

Anexo N°3: Matriz de consistencia

<b>Título</b>	<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>
	<b>Problema General</b> ¿En qué medida la estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble?	<b>Objetivo General</b> Cuantificar en que medida la estandarización de procesos mejora la productividad de la línea de ensamble.	<b>Hipótesis General</b> La estandarización de procesos mejora la productividad en una línea de ensamble de una empresa fabricante de baterías automotrices
Estandarización de procesos para mejorar la productividad en una línea de ensamble de una empresa fabricante de baterías automotrices	<b>Problema Específico N°1</b> ¿En qué medida el estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción?	<b>Objetivo Específico N°1</b> Cuantificar en que medida el estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción.	<b>Hipótesis Específico N°1</b> La aplicación del estudio de métodos y tiempos mejora la capacidad de producción.
	<b>Problema Específico N°2</b> ¿En qué medida el balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble?	<b>Objetivo Específico N°1</b> Cuantificar en que medida el balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.	<b>Hipótesis Específico N°2</b> La aplicación del balance de línea mejora la eficiencia de la línea de ensamble.

Anexo N°4: Población del estudio de investigación

FECHA	MES	CODIGO	PRODUCTO	PLACAS	GRUPO	TAMAÑO
02/07/2018	Julio	10001637	BAT.S-11 AD CC 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
02/07/2018	Julio	10001638	BAT.S-11 AD CC 12VS 73AH INV	11	G27	MEDIANO
02/07/2018	Julio	10001638	BAT.S-11 AD CC 12VS 73AH INV	11	G27	MEDIANO
02/07/2018	Julio	10000197	BAT.S-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
02/07/2018	Julio	10000197	BAT.S-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
03/07/2018	Julio	10000527	BAT.MF-5 PRO 12VS 18AH NOR	5	GU1R	PEQUEÑO
03/07/2018	Julio	10000527	BAT.MF-5 PRO 12VS 18AH NOR	5	GU1R	PEQUEÑO
03/07/2018	Julio	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
03/07/2018	Julio	10003823	BAT.SD-12 NN AD GD23 SMF A1 12VS 80AH NOR	12	GD23	MEDIANO
04/07/2018	Julio	10000037	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G24	PEQUEÑO
04/07/2018	Julio	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO
04/07/2018	Julio	10000121	BAT.V-09 PRO 12VS 58AH NOR	9	G24	PEQUEÑO
04/07/2018	Julio	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
05/07/2018	Julio	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
05/07/2018	Julio	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
05/07/2018	Julio	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
05/07/2018	Julio	10001630	BAT.V-09 AD CC 12VS 58AH INV	9	G24	PEQUEÑO
05/07/2018	Julio	10001630	BAT.V-09 AD CC 12VS 58AH INV	9	G24	PEQUEÑO
05/07/2018	Julio	10000201	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH INV	9	G34	MEDIANO
06/07/2018	Julio	10000201	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH INV	9	G34	MEDIANO
06/07/2018	Julio	10000010	BAT.S-1219EM PRO 12VS 109AH NOR.	19	GL5	GRANDE
06/07/2018	Julio	10000010	BAT.S-1219EM PRO 12VS 109AH NOR.	19	GL5	GRANDE
06/07/2018	Julio	10000128	BAT.MT5-LBI PRO 12VS 24AH NOR	5	GL1	PEQUEÑO
07/07/2018	Julio	10000128	BAT.MT5-LBI PRO 12VS 24AH NOR	5	GL1	PEQUEÑO
07/07/2018	Julio	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

07/07/2018	Julio	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO
07/07/2018	Julio	10000113	BAT.S-1213EM AD CC 12VS 75AH NOR	13	GL3	MEDIANO
07/07/2018	Julio	10000105	BAT.S-1215EM AD CC 12VS 88AH NOR	15	GL3	MEDIANO
09/07/2018	Julio	10000106	BAT.S-1215EM PL 12VS 91AH NOR	15	GL3	MEDIANO
09/07/2018	Julio	10000194	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH INV	15	GL3	MEDIANO
09/07/2018	Julio	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
09/07/2018	Julio	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
09/07/2018	Julio	10000010	BAT.S-1219EM PRO 12VS 109AH NOR.	19	GL5	GRANDE
09/07/2018	Julio	10000010	BAT.S-1219EM PRO 12VS 109AH NOR.	19	GL5	GRANDE
09/07/2018	Julio	10000465	BAT.FF-13 PL 12VS 67AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
10/07/2018	Julio	10000105	BAT.S-1215EM AD CC 12VS 88AH NOR	15	GL3	MEDIANO
10/07/2018	Julio	10000105	BAT.S-1215EM AD CC 12VS 88AH NOR	15	GL3	MEDIANO
10/07/2018	Julio	10000105	BAT.S-1215EM AD CC 12VS 88AH NOR	15	GL3	MEDIANO
10/07/2018	Julio	10000106	BAT.S-1215EM PL 12VS 91AH NOR	15	GL3	MEDIANO
11/07/2018	Julio	10000465	BAT.FF-13 PL 12VS 67AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
11/07/2018	Julio	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
11/07/2018	Julio	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
11/07/2018	Julio	10001575	BAT.FF-11 AD P/D CC 12VS 54AH INV	11	GN40	PEQUEÑO
11/07/2018	Julio	10001574	BAT.FF-11 AD P/D CC 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
11/07/2018	Julio	10001574	BAT.FF-11 AD P/D CC 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
12/07/2018	Julio	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
12/07/2018	Julio	10003056	BAT.HL-08 PRO GNS40 A3 12VS 40AH NOR	8	GNS40	PEQUEÑO
12/07/2018	Julio	10001579	BAT.HL-09 AD CC 12VS 44AH INV	9	GNS40	PEQUEÑO
12/07/2018	Julio	10001578	BAT.HL-09 AD CC 12VS 44AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO
12/07/2018	Julio	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
12/07/2018	Julio	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

12/07/2018	Julio	10000001	BAT.N-100Z-19 PRO 12VS 127AH NOR	25	GN100	GRANDE
13/07/2018	Julio	10000001	BAT.N-100Z-19 PRO 12VS 127AH NOR	25	GN100	GRANDE
13/07/2018	Julio	10001752	BAT.L4 860 SS 12VS 125AH NOR	15	GL4	MEDIANO
13/07/2018	Julio	10001753	BAT.S-1220EM SS GL5 A1 12VC 135AH NOR	20	GL5	GRANDE
13/07/2018	Julio	10001753	BAT.S-1220EM SS GL5 A1 12VC 135AH NOR	20	GL5	GRANDE
13/07/2018	Julio	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
14/07/2018	Julio	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
14/07/2018	Julio	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
14/07/2018	Julio	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
16/07/2018	Julio	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
16/07/2018	Julio	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
16/07/2018	Julio	10000864	BAT.WS-11A AD CC JIS 12VS 63AH NOR	11	GL1	PEQUEÑO
16/07/2018	Julio	10000540	BAT.WS-11A PRO 12VS 63AH NOR	11	GL1	PEQUEÑO
17/07/2018	Julio	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
17/07/2018	Julio	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO
17/07/2018	Julio	10001632	BAT.V-11 AD CC 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO
17/07/2018	Julio	10000171	BAT.V-13 PL 12VS 90AH INV	13	G24	PEQUEÑO
17/07/2018	Julio	10000144	BAT.FF-11 PL 12VS 56AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
17/07/2018	Julio	10000797	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH INV	13	GN40	PEQUEÑO
18/07/2018	Julio	10000797	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH INV	13	GN40	PEQUEÑO
18/07/2018	Julio	10000803	BAT.HL-11 PL 12VS 56AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
18/07/2018	Julio	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
18/07/2018	Julio	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
18/07/2018	Julio	10003295	BAT.HL-08 AD LW GNS40 A3 12VS 40AH NOR	8	GNS40	PEQUEÑO
18/07/2018	Julio	10001580	BAT.HL-11 AD CC 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
18/07/2018	Julio	10001580	BAT.HL-11 AD CC 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

18/07/2018	Julio	10003054	BAT.HL-09 AA PRO GNS40 A3 12VS 42AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO
19/07/2018	Julio	10003054	BAT.HL-09 AA PRO GNS40 A3 12VS 42AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO
19/07/2018	Julio	10001812	BAT.HL-09 PRO SHD 12VS 42AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO
19/07/2018	Julio	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
19/07/2018	Julio	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
19/07/2018	Julio	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
19/07/2018	Julio	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
20/07/2018	Julio	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
20/07/2018	Julio	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
20/07/2018	Julio	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
20/07/2018	Julio	10001630	BAT.V-09 AD CC 12VS 58AH INV	9	G24	PEQUEÑO
20/07/2018	Julio	10000201	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH INV	9	G34	MEDIANO
20/07/2018	Julio	10000201	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH INV	9	G34	MEDIANO
20/07/2018	Julio	10000115	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
21/07/2018	Julio	10000115	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
21/07/2018	Julio	10003313	BAT.W-12 AD JIS LW G58 A1 12VS 70AH NOR	12	G58	MEDIANO
21/07/2018	Julio	10003313	BAT.W-12 AD JIS LW G58 A1 12VS 70AH NOR	12	G58	MEDIANO
21/07/2018	Julio	10003289	BAT.W-08 AD JIS LW G58 A1 12VS 55AH INV	8	G58	MEDIANO
21/07/2018	Julio	10003289	BAT.W-08 AD JIS LW G58 A1 12VS 55AH INV	8	G58	MEDIANO
23/07/2018	Julio	10003289	BAT.W-08 AD JIS LW G58 A1 12VS 55AH INV	8	G58	MEDIANO
23/07/2018	Julio	10003298	BAT.W-12 AD JIS LW G58 A1 12VS 70AH INV	12	G58	MEDIANO
23/07/2018	Julio	10003289	BAT.W-08 AD JIS LW G58 A1 12VS 55AH INV	8	G58	MEDIANO
23/07/2018	Julio	10003298	BAT.W-12 AD JIS LW G58 A1 12VS 70AH INV	12	G58	MEDIANO
23/07/2018	Julio	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO
24/07/2018	Julio	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO
24/07/2018	Julio	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

24/07/2018	Julio	10000139	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH INV	15	G27	MEDIANO
24/07/2018	Julio	10000139	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH INV	15	G27	MEDIANO
25/07/2018	Julio	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
25/07/2018	Julio	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
25/07/2018	Julio	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
25/07/2018	Julio	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
25/07/2018	Julio	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GUIR	PEQUEÑO
26/07/2018	Julio	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
26/07/2018	Julio	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
26/07/2018	Julio	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO
26/07/2018	Julio	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO
27/07/2018	Julio	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO
27/07/2018	Julio	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
27/07/2018	Julio	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
27/07/2018	Julio	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO
27/07/2018	Julio	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO
30/07/2018	Julio	10000600	BAT.S-1217EM PL 12VS 104AH NOR	17	GL4	MEDIANO
30/07/2018	Julio	10000600	BAT.S-1217EM PL 12VS 104AH NOR	17	GL4	MEDIANO
30/07/2018	Julio	10001812	BAT.HL-09 PRO SHD 12VS 42AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO
30/07/2018	Julio	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
30/07/2018	Julio	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
31/07/2018	Julio	10003053	BAT.HL-11 AA SHD PRO GNS40 A3 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
31/07/2018	Julio	10003053	BAT.HL-11 AA SHD PRO GNS40 A3 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
01/08/2018	Agosto	10000181	BAT.FH-1213 PRO 12VS 87AH NOR	13	G27	MEDIANO
01/08/2018	Agosto	10000181	BAT.FH-1213 PRO 12VS 87AH NOR	13	G27	MEDIANO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

01/08/2018	Agosto	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO
01/08/2018	Agosto	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO
02/08/2018	Agosto	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO
02/08/2018	Agosto	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO
02/08/2018	Agosto	10000186	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH NOR	15	G27	MEDIANO
02/08/2018	Agosto	10000139	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH INV	15	G27	MEDIANO
03/08/2018	Agosto	10000139	BAT.FH-1215 PRO 12VS 98AH INV	15	G27	MEDIANO
03/08/2018	Agosto	10000095	BAT.FH-1213 PRO 12VS 87AH INV	13	G27	MEDIANO
03/08/2018	Agosto	10000197	BAT.S-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
03/08/2018	Agosto	10000197	BAT.S-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
03/08/2018	Agosto	10000170	BAT.FH-1215 PL 12VS 105AH INV	15	G27	MEDIANO
03/08/2018	Agosto	10000115	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
03/08/2018	Agosto	10000115	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10000120	BAT.V-11B PRO 12VS 73AH NOR	11	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10002853	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10001895	BAT.V-13B AD CC 12VS 87AH NOR	13	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10000115	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10000115	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10000201	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH INV	9	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10000201	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH INV	9	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10000201	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH INV	9	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10000120	BAT.V-11B PRO 12VS 73AH NOR	11	G34	MEDIANO
04/08/2018	Agosto	10000063	BAT.V-11B PRO 12VS 73AH INV	11	G34	MEDIANO
06/08/2018	Agosto	10001893	BAT.V-11B AD CC 12VS 73AH NOR	11	G34	MEDIANO
06/08/2018	Agosto	10001895	BAT.V-13B AD CC 12VS 87AH NOR	13	G34	MEDIANO
06/08/2018	Agosto	10001753	BAT.S-1220EM SS GL5 A1 12VC 135AH NOR	20	GL5	GRANDE

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

06/08/2018	Agosto	10000618	BAT.S-1219EM PL 12VS 113AH NOR	19	GL5	GRANDE
06/08/2018	Agosto	10002455	BAT.MT8-LBI PRO CC 12VS 36AH NOR	8	GL1	PEQUEÑO
06/08/2018	Agosto	10003292	BAT.MT-08 ND AD GL1B SMF A1 12VS 55AH NOR	8	GL1	PEQUEÑO
07/08/2018	Agosto	10003292	BAT.MT-08 ND AD GL1B SMF A1 12VS 55AH NOR	8	GL1	PEQUEÑO
07/08/2018	Agosto	10003295	BAT.HL-08 AD LW GNS40 A3 12VS 40AH NOR	8	GNS40	PEQUEÑO
07/08/2018	Agosto	10003295	BAT.HL-08 AD LW GNS40 A3 12VS 40AH NOR	8	GNS40	PEQUEÑO
07/08/2018	Agosto	10003295	BAT.HL-08 AD LW GNS40 A3 12VS 40AH NOR	8	GNS40	PEQUEÑO
07/08/2018	Agosto	10003056	BAT.HL-08 PRO GNS40 A3 12VS 40AH NOR	8	GNS40	PEQUEÑO
08/08/2018	Agosto	10003056	BAT.HL-08 PRO GNS40 A3 12VS 40AH NOR	8	GNS40	PEQUEÑO
08/08/2018	Agosto	10003056	BAT.HL-08 PRO GNS40 A3 12VS 40AH NOR	8	GNS40	PEQUEÑO
08/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
08/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
09/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
09/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
09/08/2018	Agosto	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
09/08/2018	Agosto	10000618	BAT.S-1219EM PL 12VS 113AH NOR	19	GL5	GRANDE
09/08/2018	Agosto	10000166	BAT.FH-1215 PL 12VS 105AH NOR	15	G27	MEDIANO
09/08/2018	Agosto	10000197	BAT.S-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
10/08/2018	Agosto	10000197	BAT.S-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
10/08/2018	Agosto	10000980	BAT.W-08 PRO 12VS 45AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
10/08/2018	Agosto	10000980	BAT.W-08 PRO 12VS 45AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
10/08/2018	Agosto	10000980	BAT.W-08 PRO 12VS 45AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
10/08/2018	Agosto	10000165	BAT.W-13 PRO 12VS 75AH NOR.	13	GL2	PEQUEÑO
11/08/2018	Agosto	10000165	BAT.W-13 PRO 12VS 75AH NOR.	13	GL2	PEQUEÑO
11/08/2018	Agosto	10000165	BAT.W-13 PRO 12VS 75AH NOR.	13	GL2	PEQUEÑO
13/08/2018	Agosto	10000165	BAT.W-13 PRO 12VS 75AH NOR.	13	GL2	PEQUEÑO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

13/08/2018	Agosto	10000165	BAT.W-13 PRO 12VS 75AH NOR.	13	GL2	PEQUEÑO
13/08/2018	Agosto	10000797	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH INV	13	GN40	PEQUEÑO
13/08/2018	Agosto	10000165	BAT.W-13 PRO 12VS 75AH NOR.	13	GL2	PEQUEÑO
13/08/2018	Agosto	10000165	BAT.W-13 PRO 12VS 75AH NOR.	13	GL2	PEQUEÑO
14/08/2018	Agosto	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
14/08/2018	Agosto	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
14/08/2018	Agosto	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
14/08/2018	Agosto	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
15/08/2018	Agosto	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
15/08/2018	Agosto	10000803	BAT.HL-11 PL 12VS 56AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
15/08/2018	Agosto	10000105	BAT.S-1215EM AD CC 12VS 88AH NOR	15	GL3	MEDIANO
15/08/2018	Agosto	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
16/08/2018	Agosto	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
16/08/2018	Agosto	10000106	BAT.S-1215EM PL 12VS 91AH NOR	15	GL3	MEDIANO
16/08/2018	Agosto	10000106	BAT.S-1215EM PL 12VS 91AH NOR	15	GL3	MEDIANO
16/08/2018	Agosto	10000010	BAT.S-1219EM PRO 12VS 109AH NOR.	19	GL5	GRANDE
16/08/2018	Agosto	10000010	BAT.S-1219EM PRO 12VS 109AH NOR.	19	GL5	GRANDE
17/08/2018	Agosto	10000010	BAT.S-1219EM PRO 12VS 109AH NOR.	19	GL5	GRANDE
17/08/2018	Agosto	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
17/08/2018	Agosto	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
18/08/2018	Agosto	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
18/08/2018	Agosto	10000037	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G24	PEQUEÑO
18/08/2018	Agosto	10000037	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G24	PEQUEÑO
18/08/2018	Agosto	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO
18/08/2018	Agosto	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO
18/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

18/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
18/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
20/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
20/08/2018	Agosto	10001634	BAT.V-13 AD CC 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
20/08/2018	Agosto	10000752	BAT. WS-11A AD CC DIN 12VS 63AH NOR	11	GL1	PEQUEÑO
20/08/2018	Agosto	10000128	BAT.MT5-LBI PRO 12VS 24AH NOR	5	GL1	PEQUEÑO
20/08/2018	Agosto	10000128	BAT.MT5-LBI PRO 12VS 24AH NOR	5	GL1	PEQUEÑO
20/08/2018	Agosto	10000752	BAT. WS-11A AD CC DIN 12VS 63AH NOR	11	GL1	PEQUEÑO
21/08/2018	Agosto	10000752	BAT. WS-11A AD CC DIN 12VS 63AH NOR	11	GL1	PEQUEÑO
21/08/2018	Agosto	10001574	BAT.FF-11 AD P/D CC 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
21/08/2018	Agosto	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
21/08/2018	Agosto	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
21/08/2018	Agosto	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
21/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
22/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
22/08/2018	Agosto	10000465	BAT.FF-13 PL 12VS 67AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
22/08/2018	Agosto	10000144	BAT.FF-11 PL 12VS 56AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
22/08/2018	Agosto	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
22/08/2018	Agosto	10001948	BAT.HL-11 PRO A SHD 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
22/08/2018	Agosto	10003053	BAT.HL-11 AA SHD PRO GNS40 A3 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
22/08/2018	Agosto	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
23/08/2018	Agosto	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
23/08/2018	Agosto	10000527	BAT.MF-5 PRO 12VS 18AH NOR	5	GU1R	PEQUEÑO
23/08/2018	Agosto	10000527	BAT.MF-5 PRO 12VS 18AH NOR	5	GU1R	PEQUEÑO
23/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
23/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

24/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
24/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
24/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
24/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
25/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
25/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
25/08/2018	Agosto	10000037	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G24	PEQUEÑO
25/08/2018	Agosto	10000197	BAT.S-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
25/08/2018	Agosto	10000197	BAT.S-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G27	MEDIANO
25/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
27/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
27/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
27/08/2018	Agosto	10001532	BAT.FF-13 AD CC 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
27/08/2018	Agosto	10001531	BAT.FF-09 AD P/D CC 12VS 44AH NOR	9	GN40	PEQUEÑO
27/08/2018	Agosto	10001531	BAT.FF-09 AD P/D CC 12VS 44AH NOR	9	GN40	PEQUEÑO
27/08/2018	Agosto	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
28/08/2018	Agosto	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
28/08/2018	Agosto	10000126	BAT.FF-11 PRO 12VS 53AH INV	11	GN40	PEQUEÑO
28/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
28/08/2018	Agosto	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
28/08/2018	Agosto	10003053	BAT.HL-11 AA SHD PRO GNS40 A3 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
28/08/2018	Agosto	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
28/08/2018	Agosto	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
29/08/2018	Agosto	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
29/08/2018	Agosto	10000527	BAT.MF-5 PRO 12VS 18AH NOR	5	GU1R	PEQUEÑO
29/08/2018	Agosto	10000194	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH INV	15	GL3	MEDIANO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

29/08/2018	Agosto	10000194	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH INV	15	GL3	MEDIANO
29/08/2018	Agosto	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
30/08/2018	Agosto	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
30/08/2018	Agosto	10000202	BAT.V-13B PRO 12VS 87AH INV	13	G34	MEDIANO
30/08/2018	Agosto	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO
30/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
30/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
31/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
31/08/2018	Agosto	10000196	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
31/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
31/08/2018	Agosto	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
01/09/2018	Septiembre	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
01/09/2018	Septiembre	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
01/09/2018	Septiembre	10000037	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G24	PEQUEÑO
01/09/2018	Septiembre	10000037	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH NOR	11	G24	PEQUEÑO
01/09/2018	Septiembre	10001634	BAT.V-13 AD CC 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
01/09/2018	Septiembre	10001633	BAT.V-13 AD CC 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
03/09/2018	Septiembre	10001633	BAT.V-13 AD CC 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
03/09/2018	Septiembre	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO
03/09/2018	Septiembre	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO
03/09/2018	Septiembre	10000121	BAT.V-09 PRO 12VS 58AH NOR	9	G24	PEQUEÑO
03/09/2018	Septiembre	10000121	BAT.V-09 PRO 12VS 58AH NOR	9	G24	PEQUEÑO
03/09/2018	Septiembre	10000010	BAT.S-1219EM PRO 12VS 109AH NOR.	19	GL5	GRANDE
04/09/2018	Septiembre	10000137	BAT.HL-09 PRO 12VS 42AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO
04/09/2018	Septiembre	10003054	BAT.HL-09 AA PRO GNS40 A3 12VS 42AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO
04/09/2018	Septiembre	10001812	BAT.HL-09 PRO SHD 12VS 42AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

04/09/2018	Septiembre	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
04/09/2018	Septiembre	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
04/09/2018	Septiembre	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
05/09/2018	Septiembre	10000117	BAT.HL-11 PRO 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
05/09/2018	Septiembre	10003053	BAT.HL-11 AA SHD PRO GNS40 A3 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
05/09/2018	Septiembre	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
05/09/2018	Septiembre	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
06/09/2018	Septiembre	10000797	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH INV	13	GN40	PEQUEÑO
06/09/2018	Septiembre	10000797	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH INV	13	GN40	PEQUEÑO
06/09/2018	Septiembre	10000449	BAT.FF-13 PRO 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
06/09/2018	Septiembre	10000007	BAT.FF-11 PRO 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
06/09/2018	Septiembre	10001572	BAT.FF-11 AD CC 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
06/09/2018	Septiembre	10001572	BAT.FF-11 AD CC 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
06/09/2018	Septiembre	10001532	BAT.FF-13 AD CC 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
06/09/2018	Septiembre	10000106	BAT.S-1215EM PL 12VS 91AH NOR	15	GL3	MEDIANO
07/09/2018	Septiembre	10000106	BAT.S-1215EM PL 12VS 91AH NOR	15	GL3	MEDIANO
07/09/2018	Septiembre	10000169	BAT.V-13 PL 12VS 90AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
07/09/2018	Septiembre	10000169	BAT.V-13 PL 12VS 90AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
07/09/2018	Septiembre	10000169	BAT.V-13 PL 12VS 90AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
07/09/2018	Septiembre	10000171	BAT.V-13 PL 12VS 90AH INV	13	G24	PEQUEÑO
07/09/2018	Septiembre	10001633	BAT.V-13 AD CC 12VS 87AH NOR	13	G24	PEQUEÑO
07/09/2018	Septiembre	10001634	BAT.V-13 AD CC 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
08/09/2018	Septiembre	10001634	BAT.V-13 AD CC 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
08/09/2018	Septiembre	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
08/09/2018	Septiembre	10000027	BAT.V-13 PRO 12VS 87AH INV	13	G24	PEQUEÑO
08/09/2018	Septiembre	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO

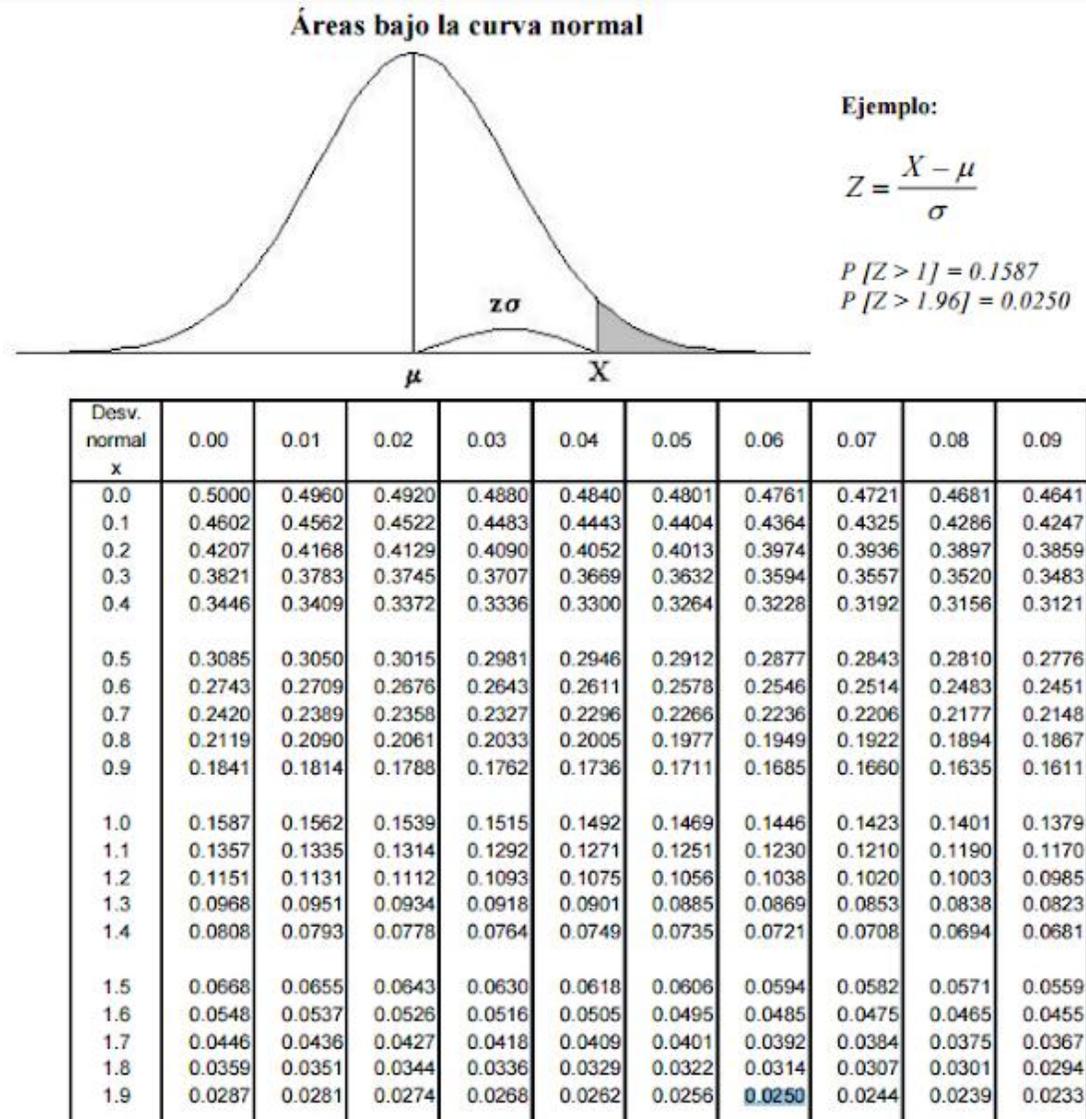
Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

10/09/2018	Septiembre	10000193	BAT.V-11 PRO 12VS 73AH INV	11	G24	PEQUEÑO
10/09/2018	Septiembre	10001630	BAT.V-09 AD CC 12VS 58AH INV	9	G24	PEQUEÑO
10/09/2018	Septiembre	10001629	BAT.V-09 AD CC 12VS 58AH NOR	9	G24	PEQUEÑO
10/09/2018	Septiembre	10000171	BAT.V-13 PL 12VS 90AH INV	13	G24	PEQUEÑO
10/09/2018	Septiembre	10000115	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
10/09/2018	Septiembre	10000115	BAT.V-09B PRO 12VS 56AH NOR	9	G34	MEDIANO
10/09/2018	Septiembre	10000202	BAT.V-13B PRO 12VS 87AH INV	13	G34	MEDIANO
10/09/2018	Septiembre	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
11/09/2018	Septiembre	10003053	BAT.HL-11 AA SHD PRO GNS40 A3 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
11/09/2018	Septiembre	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
11/09/2018	Septiembre	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
11/09/2018	Septiembre	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
12/09/2018	Septiembre	10001865	BAT. HL-11 PRO A 12VS 55AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
12/09/2018	Septiembre	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
12/09/2018	Septiembre	10001577	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH INV	7	GNS40	PEQUEÑO
12/09/2018	Septiembre	10001577	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH INV	7	GNS40	PEQUEÑO
12/09/2018	Septiembre	10001531	BAT.FF-09 AD P/D CC 12VS 44AH NOR	9	GN40	PEQUEÑO
12/09/2018	Septiembre	10001532	BAT.FF-13 AD CC 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
12/09/2018	Septiembre	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO
13/09/2018	Septiembre	10000129	BAT.MT7-LBI PRO 12VS 36AH NOR	7	GL1	PEQUEÑO
13/09/2018	Septiembre	10000409	BAT.S-1219EM AD CC 12VS 113AH NOR	19	GL5	GRANDE
13/09/2018	Septiembre	10000409	BAT.S-1219EM AD CC 12VS 113AH NOR	19	GL5	GRANDE
13/09/2018	Septiembre	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
13/09/2018	Septiembre	10000030	BAT.S-1215EM PRO 12VS 85AH NOR	15	GL3	MEDIANO
14/09/2018	Septiembre	10000105	BAT.S-1215EM AD CC 12VS 88AH NOR	15	GL3	MEDIANO
14/09/2018	Septiembre	10000600	BAT.S-1217EM PL 12VS 104AH NOR	17	GL4	MEDIANO

Anexo N°4: Población del estudio de investigación (Continuación)

14/09/2018	Septiembre	10000600	BAT.S-1217EM PL 12VS 104AH NOR	17	GL4	MEDIANO
14/09/2018	Septiembre	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
15/09/2018	Septiembre	10000528	BAT.MF-7 PRO 12VS 27AH NOR	7	GU1R	PEQUEÑO
15/09/2018	Septiembre	10000980	BAT.W-08 PRO 12VS 45AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
15/09/2018	Septiembre	10000980	BAT.W-08 PRO 12VS 45AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
15/09/2018	Septiembre	10000183	BAT.W-13 PL 12VS 78AH NOR	13	GL2	PEQUEÑO
15/09/2018	Septiembre	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
15/09/2018	Septiembre	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
17/09/2018	Septiembre	10000865	BAT.W-08 AD CC 12VS 57AH NOR	8	GL2	PEQUEÑO
17/09/2018	Septiembre	10001574	BAT.FF-11 AD P/D CC 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
17/09/2018	Septiembre	10001572	BAT.FF-11 AD CC 12VS 54AH NOR	11	GN40	PEQUEÑO
17/09/2018	Septiembre	10001532	BAT.FF-13 AD CC 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
17/09/2018	Septiembre	10001532	BAT.FF-13 AD CC 12VS 65AH NOR	13	GN40	PEQUEÑO
17/09/2018	Septiembre	10001533	BAT.FF-13 AD CC 12VS 65AH INV	13	GN40	PEQUEÑO
18/09/2018	Septiembre	10001533	BAT.FF-13 AD CC 12VS 65AH INV	13	GN40	PEQUEÑO
18/09/2018	Septiembre	10001569	BAT.FF-09 AD CC 12VS 44AH NOR	9	GN40	PEQUEÑO
18/09/2018	Septiembre	10001570	BAT.FF-09 AD CC 12VS 44AH INV	9	GN40	PEQUEÑO
18/09/2018	Septiembre	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
18/09/2018	Septiembre	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
18/09/2018	Septiembre	10001576	BAT.HL-07 AD CC 12VS 42AH NOR	7	GNS40	PEQUEÑO
18/09/2018	Septiembre	10001578	BAT.HL-09 AD CC 12VS 44AH NOR	9	GNS40	PEQUEÑO
18/09/2018	Septiembre	10001580	BAT.HL-11 AD CC 12VS 53AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
19/09/2018	Septiembre	10000803	BAT.HL-11 PL 12VS 56AH NOR	11	GNS40	PEQUEÑO
19/09/2018	Septiembre	10000597	BAT.N-100Z-15 PRO 12VS 98AH INV	25	GN100	GRANDE

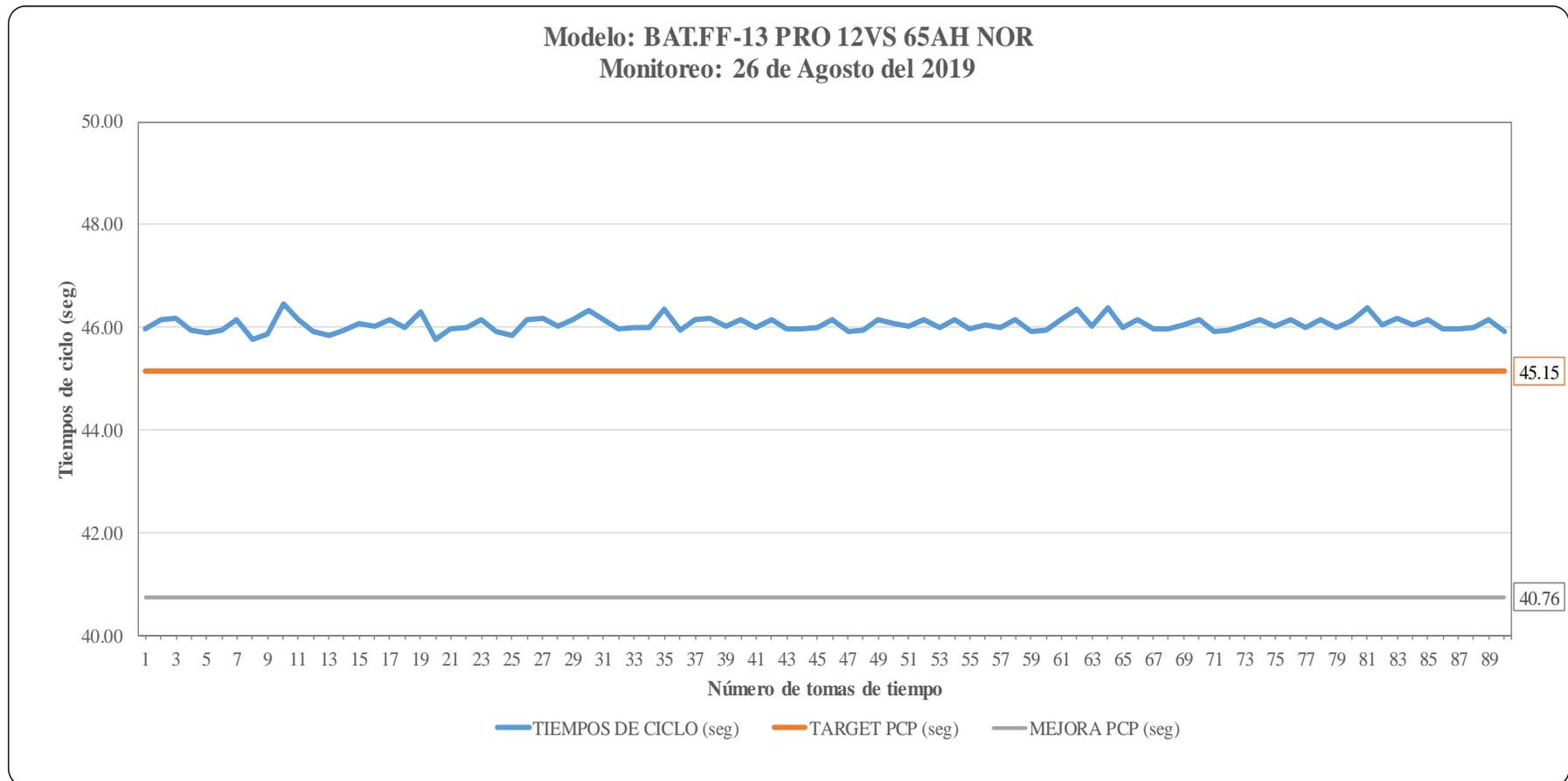
Anexo N°5: Tabla de distribución Z con 95% de confiabilidad



Anexo N° 6: Formato del Check list del nuevo método de trabajo

<b><u>LISTA DE VERIFICACIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO</u></b>		
Área:	Alcance:	
Auditor:	Fecha:	
<b>Escribir conforme o no conforme con una X, Donde C: Cumplió NC: No cumplió</b>		
Preguntas de Diagnóstico	C (X)	NC (X)
<b>1.- MÉTODO DE TRABAJO</b>		
<b>1.1.- Comprensión del nuevo método de trabajo</b>		
a) ¿El trabajador conoce las tareas que son pertinentes para su puesto de trabajo?		
b) ¿El trabajador realiza las tareas de acuerdo a la descripción del método de trabajo?		
b) ¿El trabajador realiza las tareas en el tiempo establecido ?		
<b>1.2.- Comprensión de las nuevas estaciones de trabajo</b>		
a) ¿El trabajador conoce quien abastece el material (cajas)?		
b) ¿El trabajador conoce como las condiciones del material ?		
c) ¿ El trabajador conoce las ficha tecnica del nuevo material (separador de placas)?		
<b>1.3.- Determinación del alcance del objetivo de producción</b>		
a) ¿El trabajador conoce los objetivos de producción?		

Anexo N°7: Monitoreo final para conocer la variabilidad de los tiempos de ciclo de la línea de ensamble



Anexo N°8: Formato de estudio de tiempos para 10 tomas observadas

<b>Estudio N°: 001</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>Hoja N°: 001</b>													
Área: <input style="width:50px;" type="text"/>	Analista: <input style="width:150px;" type="text"/>	Revisado por: <input style="width:100px;" type="text"/>													
Línea: <input style="width:50px;" type="text"/>	Operador: <input style="width:150px;" type="text"/>	Método: <input style="width:100px;" type="text"/>													
Turno: <input style="width:50px;" type="text"/>	Operación: <input style="width:150px;" type="text"/>	<b><u>Calculo del Tiempo Observado (TO)</u></b>													
Fecha: <input style="width:50px;" type="text"/>	Modelo: <input style="width:150px;" type="text"/>	Tipo de Actividad (TA)      Términos:													
#Puesto: <input style="width:50px;" type="text"/>	Puesto: <input style="width:150px;" type="text"/>	c: Actividad cíclica      placas(-): placas negativas													
		f: Actividad frecuencial      placas(+): placas positivas													
		T.O. : Tiempo Observado													
	Tiempo (seg)														
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TA	f	TO	Observación
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
														T.O.	segundos / batería

Anexo N°9: Formato de calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal

Estudio N°: 002	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 001					
Área: <input style="width: 50px;" type="text"/>	Analista: <input style="width: 150px;" type="text"/>	<u>Método de Valoración: <b>BASE 100</b></u>														
Línea: <input style="width: 50px;" type="text"/>	Operador: <input style="width: 150px;" type="text"/>	<b>ML:</b> Muy Lento ( <b>0.80</b> )														
Turno: <input style="width: 50px;" type="text"/>	Operación: <input style="width: 150px;" type="text"/>	<b>L:</b> Lento ( <b>0.90</b> )														
Fecha: <input style="width: 50px;" type="text"/>	Modelo: <input style="width: 150px;" type="text"/>	<b>N:</b> Normal ( <b>1.00</b> )														
#Puesto: <input style="width: 50px;" type="text"/>	Puesto: <input style="width: 150px;" type="text"/>	<b>R:</b> Rápido( <b>1.10</b> )														
	Revisado: <input style="width: 150px;" type="text"/>	<b>MR:</b> Muy Rápido ( <b>1.20</b> )														
	Método: <input style="width: 150px;" type="text"/>	<u>Términos:</u>														
		V: Valoración														
		TO: Tiempo Observado														
		T.N: Tiempo Normal														
		Tiempos Observados (seg)														
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TA	f	TO	V	TN
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

T.N.  
seg/bat

Anexo N°10: Formato de asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo normal

Estudio N°: 003	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS							Hoja N°: 001					
Área: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Analista: <input style="width: 100%;" type="text"/>	<u>Método de Suplementos: Tabla OIT</u>											
Línea: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Operador: <input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>											
Turno: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Operación: <input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>S2: Fatiga (0.04)</b>											
Fecha: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Modelo: <input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>											
#Puesto: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Puesto: <input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>											
	Revisado: <input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>											
	Método: <input style="width: 100%;" type="text"/>	5kg(0.01) <u>Términos:</u>											
		10kg(0.03)      TN: Tiempo normal											
		25kg(0.09)      TS: Tiempo estándar											
		TO: Tiempo observado											
		Suplementos (OIT)											
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	S1	S2	S3	S4	S5	TS	Observación
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
T.S.												seg / batería	

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo

<b>Estudio N°: 001</b>		<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 001</b>						
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza										Revisado por:	Edwin Canales				
Línea:	Ensamble	Operador:	Ricardo Gomez										Método:	Actual				
Turno:	1	Operación:	Cargar placas a ensobradora										<b>Calculo del Tiempo Medio (TM)</b>					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR										Tipo de Actividad (TA)		Términos:			
#Puesto:	1	Puesto:	Habilitado de placas										c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas			
												f: Actividad frecuencial		placas(+):placas positivas				
														T.O. : Tiempo Observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	Observación			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10							
1	Cargar placas(-) a ensobradora	4.49	4.37	4.55	4.62	4.53	4.65	4.58	4.38	4.71	4.38	c	0.40	1.81	Se cargan 2 grupos de 45 placas(-)			
2	Transportar placas(-) a mesa de ensobradora	5.31	6.31	5.15	5.73	5.99	6.12	6.02	5.89	6.12	5.96	c	0.27	1.56	Se trasladan 3 grupos de 45 placas(-)			
3	Cargar placas(+) a ensobradora	6.12	6.78	6.16	6.65	6.28	6.43	6.09	6.16	6.39	6.13	c	0.40	2.53	Se cargan 2 grupos de 45 placas(+)			
4	Transportar placas(+) a mesa de ensobradora	9.12	8.46	8.95	8.48	8.21	8.39	8.08	8.27	8.44	8.65	c	0.27	2.27	Se trasladan 3 grupos de 45 placas(+)			
5	Habilitar placas(-) al agrupado	7.47										f	0.13	1.00	Se traslada 1 grupo de 45 placas(-)			
6	Colocar rollo separador de placas	100.31										f	0.01	0.75	Se para la máquina para colocar rollo separador			
7																		
8																		
9																		
10																		
												T.O. 9.92 segundos / batería						

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 002				
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								Revisado por:	Edwin Canales				
Línea:	Ensamble	Operador:	Máquina Ensobradora								Método:	Actual				
Turno:	1	Operación:	Ensobrar placas								<b><u>Calculo del Tiempo Medio (TM)</u></b>					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<u>Tipo de Actividad (TA)</u>		<u>Términos:</u>			
#Puesto:	2	Puesto:	Ensobrado de placas								c: Actividad cíclica f: Actividad frecuencial		placas(-): placas negativas placas(+):placas positivas T.O. : Tiempo Observado			
		Tiempo (seg)														
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TA	f	TO	Observación	
1	Ensobrar placas	4.55	4.48	4.43	4.56	4.38	4.57	4.59	4.40	4.47	4.48	c	6.00	26.95	Se toma en el agrupado de placas(+) y placas(-)	
2																
3																
4																
5																
T.O. 26.95 segundos / batería																



Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001		<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										Hoja N°: 004				
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza									Revisado por:	Edwin Canales			
Línea:	Ensamble	Operador:	Carlos Salcedo									Método:	Actual			
Turno:	1	Operación:	Cargar grupo de placas y acceso									<b>Calculo del Tiempo Medio (TM)</b>				
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR									<u>Tipo de Actividad (TA)</u>		<u>Términos:</u>		
#Puesto:	4	Puesto:	Carga de grupo de placas y acceso									c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas		
												f: Actividad frecuencial		placas(+):placas positivas		
														T.O. : Tiempo Observado		
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Cargar grupo de placas a la máquina COS	6.78	6.77	6.75	6.78	6.75	6.75	6.83	6.78	6.84	6.78	c	1.00	6.78	Se cargan 3 grupos de placas agrupadas	
2	Acomodar grupo de placas con accionamiento de la COS	6.59	6.64	6.65	6.58	6.65	6.56	6.63	6.57	6.55	6.57	c	1.00	6.60	Operador acciona máquina COS	
3	Ciclo de máquina COS	5.74	5.71	5.73	5.70	5.67	5.68	5.67	5.74	5.69	5.71	c	1.00	5.70	Operador espera ciclo de la máquina COS	
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
T.O. 19.08 segundos / batería																



Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 006				
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								Revisado por:	Edwin Canales				
Línea:	Ensamble	Operador:	Brian Sierra								Método:	Actual				
Turno:	1	Operación:	Descargar y pintar grupo de placas								<b>Calculo del Tiempo Medio (TM)</b>					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<u>Tipo de Actividad (TA)</u>		<u>Términos:</u>			
#Puesto:	6	Puesto:	Descarga y pintado de grupo placas								c: Actividad cíclica f: Actividad frecuencial		placas(-): placas negativas placas(+):placas positivas T.O. : Tiempo Observado			
		Tiempo (seg)														
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TA	f	TO	Observación	
1	Retirar rebabas de los seis grupo de placas soldadas	1.27	1.27	1.26	1.26	1.25	1.27	1.25	1.26	1.25	1.27	c	1.00	1.26	Operador retira rebabas al caer de la máquina COS	
2	Pintar straps de los seis grupo de placas soldadas	4.14	4.11	4.12	4.09	4.09	4.12	4.13	4.10	4.09	4.12	c	1.00	4.11	Operador pinta 1 lado del strap del grupo soldado	
3	Echar rebabas al crisol de la máquina COS	10.75										f	0.10	1.08	Operador echa rebabas cada 10 baterías	
4	Echar lingotes de plomo al crisol de la máquina COS	12.75										f	0.05	0.64	Operador echa lingotes cada 20 baterías	
5																
6																
7																
8																
9																
10																
														T.O. 7.08 segundos / batería		

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 001</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 007</b>					
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								Revisado por:	Edwin Canales				
Línea:	Ensamble	Operador:	Diego Paredes								Método:	Actual				
Turno:	1	Operación:	Cortar rebabas del grupo soldado								<b><u>Calculo del Tiempo Medio (TM)</u></b>					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<u>Tipo de Actividad (TA)</u>	<u>Términos:</u>				
#Puesto:	7	Puesto:	Corte de rebabas								c: Actividad cíclica	placas(-): placas negativas				
												f: Actividad frecuencial	placas(+):placas positivas			
													T.O. : Tiempo Observado			
			Tiempo (seg)													
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TA	f	TO	Observación	
1	Cortar rebabas de los straps del grupo soldado	11.36	11.33	11.35	11.35	11.36	11.33	11.34	11.31	11.32	11.36	c	1.00	11.34	Operador corta rebabas con tijera de metal	
2																
3																
4																
5																
T.O. 11.34 segundos / batería																

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001		<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										Hoja N°: 008				
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza										Revisado por:	Edwin Canales		
Línea:	Ensamble	Operador:	Manuel Rivera										Método:	Actual		
Turno:	1	Operación:	Encajonar grupos soldados a caja										<b>Calculo del Tiempo Medio (TM)</b>			
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR										<u>Tipo de Actividad (TA)</u>		<u>Términos:</u>	
#Puesto:	8	Puesto:	Encajonado										c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas	
												f: Actividad frecuencial		placas(+): placas positivas		
														T.O. : Tiempo Observado		
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Coger caja y colocar en mesa	1.77	1.79	1.80	1.77	1.81	1.79	1.78	1.79	1.76	1.80	c	1.00	1.79	Operador coge caja que esta apilado en su puesto	
2	Encajonar grupos de placas soldados en celdas de la caja	39.28	39.29	39.31	39.24	39.29	39.31	39.31	39.28	39.24	39.34	c	1.00	39.29	Operador encajona grupo soldado en celda de caja	
3	Acomodar grupos de placas soldados	5.78	5.77	5.80	5.79	5.79	5.81	5.80	5.77	5.76	5.77	c	1.00	5.78	Operador acomoda grupos con una barra	
4	Empujar batería hacia la faja de rodillos	1.79	1.78	1.81	1.80	1.78	1.85	1.84	1.78	1.79	1.81	c	1.00	1.80	Operador coloca cajas encajonado hacia faja	
5	Habilitar cajas al puesto de trabajo	21.15										f	0.06	1.32	Operador se habilita cajas cada 16 baterías	
6																
7																
8																
9																
10																
T.O. 49.98 segundos / batería																

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 001</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 009</b>				
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza					Revisado por: Edwin Canales									
Línea: Ensamble	Operador: Máquina soldadora de tabiques					Método: Actual									
Turno: 1	Operación: Soldar tabiques de straps con la caja					<b><u>Calculo del Tiempo Medio (TM)</u></b>									
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR					<u>Tipo de Actividad (TA)</u>					<u>Términos:</u>				
#Puesto: 9	Puesto: Soldado de tabiques					c: Actividad cíclica					placas(-): placas negativas				
						f: Actividad frecuencial					placas(+):placas positivas				
											T.O. : Tiempo Observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10				
1	Soldar tabiques	24.71	24.70	24.66	23.63	24.65	24.71	24.70	24.68	24.70	24.69	c	1.00	24.58	Máquina suelda straps con celdas de la caja
2															
3															
4															
5															
T.O. 24.58 segundos / batería															

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 010				
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								Revisado por:	Edwin Canales				
Línea:	Ensamble	Operador:	Manolo Alvarez								Método:	Actual				
Turno:	1	Operación:	Colocar cubierta a la caja soldada								<b>Calculo del Tiempo Medio (TM)</b>					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								Tipo de Actividad (TA)	Términos:				
#Puesto:	10	Puesto:	Colocación de cubiertas								c: Actividad cíclica	placas(-): placas negativas				
									f: Actividad frecuencial	placas(+):placas positivas						
									T.O. : Tiempo Observado							
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Habilitar caja soldada al puesto de trabajo	1.93	1.95	2.01	2.00	1.97	1.99	1.99	2.02	2.02	2.00	c	1.00	1.99	Operador coloca la caja soldada en su puesto	
2	Echar grasa a los postes de la caja soldada	3.34	3.31	3.33	3.33	3.32	3.30	3.36	3.32	3.35	3.33	c	1.00	3.33	Operador echa grasa por medio de un palillo	
3	Colocar cubierta a la caja soldada	1.57	1.53	1.54	1.57	1.56	1.55	1.55	1.53	1.54	1.54	c	1.00	1.55	Operador coloca cubierta encima de caja	
4	Golpear cubierta para encajar con la caja	4.08	4.11	4.10	4.10	4.11	4.12	4.09	4.12	4.13	4.12	c	1.00	4.11	Operador golpea la cubierta con una barra	
5	Colocar batería a la entrada de la selladora	3.55	3.55	3.56	3.56	3.58	3.59	3.55	3.57	3.57	3.55	c	1.00	3.56	Operador coloca la caja en la faja de la selladora	
6	Retirar bolsas de las cubiertas	10.57										f	0.05	0.53	Operador retira bolsas de las 20 cubiertas	
7	Habilitar cubiertas al puesto de trabajo	8.38										f	0.10	0.84	Operador se habilita de 10 cubiertas a su puesto	
8	Limpiar rebabas de la máquina selladora	15.65										f	0.17	2.61	Operador limpia el espejo de la selladora	
9																
10																
T.O. 18.51 segundos / batería																

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 001</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 011</b>					
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								Revisado por:	Edwin Canales				
Línea:	Ensamble	Operador:	Máquina Selladora								Método:	Actual				
Turno:	1	Operación:	Sellar la cubierta con la caja								<b><u>Calculo del Tiempo Medio (TM)</u></b>					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<u>Tipo de Actividad (TA)</u>		<u>Términos:</u>			
#Puesto:	11	Puesto:	Sellado térmico								c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas			
												f: Actividad frecuencial		placas(+):placas positivas		
														T.O. : Tiempo Observado		
			Tiempo (seg)													
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TA	f	TO	Observación	
1	Sellar cubierta con caja	32.72	32.72	32.65	32.63	32.65	32.66	32.68	32.70	32.69	32.69	c	0.50	16.34	Se sellan la cubierta con la caja de la batería	
2	Limpiar rebabas de la máquina selladora	15.65										f	0.17	2.61	Operador limpia el espejo de la selladora	
3																
4																
5																
T.O. 18.95 segundos / batería																

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 012				
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza									Revisado por:	Edwin Canales			
Línea:	Ensamble	Operador:	Alejandro Auqui									Método:	Actual			
Turno:	1	Operación:	Soldar postes de la batería									<b>Calculo del Tiempo Medio (TM)</b>				
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR									Tipo de Actividad (TA)		Términos:		
#Puesto:	12	Puesto:	Formado de postes									c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas		
												f: Actividad frecuencial		placas(+): placas positivas		
														T.O. : Tiempo Observado		
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Acomodar las dos baterías en el puesto de trabajo	2.64	2.57	2.66	2.59	2.63	2.62	2.64	2.58	2.57	2.60	c	0.50	1.31	Operador coloca las 2 baterías en su puesto	
2	Colocar cuatro bocinas a los dos postes de las dos baterías	4.18	4.73	4.36	4.48	4.38	4.62	4.60	4.58	4.61	4.25	c	0.50	2.24	Operador coloca las 4 bocinas en cada poste	
3	Soldar postes de las dos baterías	11.46	11.61	11.56	11.29	11.36	11.28	11.39	11.44	11.46	11.55	c	0.50	5.72	Operador suelda postes con manguera de soldar	
4	Retirar las cuatro bocinas de las dos baterías	4.63	4.55	4.60	4.59	4.58	4.62	4.57	4.62	4.55	4.63	c	0.50	2.30	Operador retira las 4 bocinas de los postes	
5	Habilitar las dos baterías hacia el siguiente puesto de trabajo	2.60	2.59	2.56	2.56	2.58	2.60	2.59	2.62	2.55	2.60	c	0.50	1.29	Operador alinea las 2 baterías a faja de rodillos	
6	Enfriar bocinas en balde lleno de agua	17.92										f	0.05	0.90	Operador coloca las 4 bocinas en balde de agua	
7																
8																
9																
10																
T.O. 13.75 segundos / batería																

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 013				
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza					Revisado por: Edwin Canales									
Línea: Ensamble	Operador: Máquina Probadora de Hermeticidad					Método: Actual									
Turno: 1	Operación: Aplicar prueba de hermeticidad					<b><u>Calculo del Tiempo Medio (TM)</u></b>									
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR					<u>Tipo de Actividad (TA)</u>		<u>Términos:</u>							
#Puesto: 13	Puesto: Prueba de hermeticidad					c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas							
						f: Actividad frecuencial		placas(+): placas positivas							
								T.O. : Tiempo Observado							
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10				
1	Aplicar prueba de hermeticidad a una batería	40.83	40.79	40.71	40.71	40.78	40.79	40.75	40.67	40.83	40.70	c	1.00	40.76	Se aplica prueba de vacío con aire comprimido
2															
3															
4															
5															
T.O. 40.76 segundos / batería															

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 014				
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								Revisado por:	Edwin Canales				
Línea:	Ensamble	Operador:	Máquina codificadora								Método:	Actual				
Turno:	1	Operación:	Codificar batería								<b><u>Calculo del Tiempo Medio (TM)</u></b>					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<u>Tipo de Actividad (TA)</u>		<u>Términos:</u>			
#Puesto:	14	Puesto:	Codificado y estampado								c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas			
										f: Actividad frecuencial		placas(+):placas positivas				
												T.O. : Tiempo Observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Codificar batería y estampar símbolo positivo en poste	17.49	17.50	17.44	17.42	17.53	17.54	17.53	17.49	17.50	17.56	c	1.00	17.50	Se coloca un código para su trazabilidad	
2																
3																
4																
5																
T.O. 17.50 segundos / batería																

Anexo N°11: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 015				
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											Revisado por: Edwin Canales			
Línea: Ensamble	Operador: Roman Cosme											Método: Actual			
Turno: 1	Operación: Cargar placas a ensobradora											<b>Calculo del Tiempo Medio (TM)</b>			
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											Tipo de Actividad (TA)	Términos:		
#Puesto: 15	Puesto: Apilado de baterías											c: Actividad cíclica	placas(-): placas negativas		
												f: Actividad frecuencial	placas(+): placas positivas		
												T.O. : Tiempo Observado			
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10				
1	Cargar batería a parihuela	6.63	6.65	6.63	6.64	6.59	6.57	6.59	6.62	6.59	6.63	c	1.00	6.61	Se cargan de uno en una batería
2	Colocar parihuela en posición	22.71										f	0.01	0.15	Operador trae parihuela y la coloca en posición
3	Elevar parihuela a posición	15.71										f	0.01	0.10	Operador pisa elevador neumático
4	Colocar cartón sobre parihuela	7.29										f	0.05	0.36	Operador trae cartón y lo coloca en parihuela
5	Embalar las baterías apiladas en la parihuela	90.31										f	0.01	0.60	Operador embala baterías apiladas con rollo de film
6	Colocar carro manual de pallet sobre la parihuela	27.91										f	0.01	0.19	Operador trae carro y coloca en posición
7	Cargar y descargar parihuela en zona de producto terminado	56.30										f	0.01	0.38	Operador transporta la parihuela con carro manual
8															
9															
10															
												T.O. 8.40 segundos / batería			

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo

<b>Estudio N°: 002</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>Hoja N°: 001</b>
<b>Área:</b> Producción	<b>Analista:</b> Cristhian Mendoza	<b>Método de Valoración:</b> <b>BASE 100</b>
<b>Línea:</b> Ensamble	<b>Operador:</b> Ricardo Gomez	<b>ML:</b> Muy Lento ( <b>0.80</b> )
<b>Turno:</b> 1	<b>Operación:</b> Cargar placas a ensobradora	<b>L:</b> Lento ( <b>0.90</b> )
<b>Fecha:</b> 27/02/19	<b>Modelo:</b> FF13 PROGN40A1 NOR	<b>N:</b> Normal ( <b>1.00</b> )
<b>#Puesto:</b> 1	<b>Puesto:</b> Habilitado de placas	<b>R:</b> Rápido( <b>1.10</b> )
	<b>Revisado:</b> Edwin Canales	<b>MR:</b> Muy Rápido ( <b>1.20</b> )
	<b>Método:</b> Actual	<b>Términos:</b>
		V: Valoración
		TN: Tiempo normal
		TO: Tiempo observado

N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Cargar placas(-) a ensobradora	4.49	4.37	4.55	4.62	4.53	4.65	4.58	4.38	4.71	4.38	c	0.40	1.81	1.20	2.17
2	Transportar placas(-) a mesa de ensobradora	5.31	6.31	5.15	5.73	5.99	6.12	6.02	5.89	6.12	5.96	c	0.27	1.56	1.10	1.72
3	Cargar placas(+) a ensobradora	6.12	6.78	6.16	6.65	6.28	6.43	6.09	6.16	6.39	6.13	c	0.40	2.53	0.90	2.27
4	Transportar placas(+) a mesa de ensobradora	9.12	8.46	8.95	8.48	8.21	8.39	8.08	8.27	8.44	8.65	c	0.27	2.27	0.80	1.81
5	Habilitar placas(-) al agrupado	7.47										f	0.13	1.00	1.00	1.00
6	Colocar rollo separador de placas	100.31										f	0.01	0.75	0.90	0.68
7																
8																
9																
10																

T.N. 9.65  
seg/bat

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 002	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 002					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											<b>Método de Valoración: BASE 100</b>				
Línea: Ensamble	Operador: Máquina Ensobradora											<b>ML: Muy Lento (0.80)</b>				
Turno: 1	Operación: Ensobrar placas											<b>L: Lento (0.90)</b>				
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<b>N: Normal (1.00)</b>				
#Puesto: 2	Puesto: Ensobrado de placas											<b>R: Rápido(1.10)</b>				
	Revisado: Edwin Canales											<b>MR: Muy Rápido (1.20)</b>				
	Método: Actual											<u>Términos:</u>				
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Ensobrar placas	4.55	4.48	4.43	4.56	4.38	4.57	4.59	4.40	4.47	4.48	c	6.00	26.95	1.00	26.95
2																
3																
4																
5																
T.N. 26.95																
seg/bat																

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 002</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 003</b>					
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								<u>Método de Valoración: BASE 100</u>					
Línea:	Ensamble	Operador:	José Estrada								<b>ML:</b> Muy Lento ( <b>0.80</b> )					
Turno:	1	Operación:	Agrupar y cargar grupo a mesa								<b>L:</b> Lento ( <b>0.90</b> )					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<b>N:</b> Normal ( <b>1.00</b> )					
#Puesto:	3	Puesto:	Agrupado de placas								<b>R:</b> Rápido( <b>1.10</b> )					
		Revisado:	Edwin Canales								<b>MR:</b> Muy Rápido ( <b>1.20</b> )					
		Método:	Actual								<u>Términos:</u>					
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Coger grupo de placas de la ensobradora	1.90	2.01	1.93	1.94	2.05	2.06	1.97	1.98	2.03	1.91	c	3.00	5.93	1.00	5.93
2	Acomodar grupo de placas	2.48	2.50	2.46	2.45	2.48	2.46	2.46	2.49	2.51	2.44	c	3.00	7.42	1.10	8.16
3	Colocar grupo de placas en mesa rotatoria	2.79	2.74	2.78	2.81	2.80	2.76	2.81	2.75	2.77	2.80	c	3.00	8.34	1.10	9.18
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

T.N. 23.27  
seg/bat



Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 002	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 005					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											<b>Método de Valoración: BASE 100</b>				
Línea: Ensamble	Operador: Julio Peña											<b>ML: Muy Lento (0.80)</b>				
Turno: 1	Operación: Cargar grupo de placas a COS											<b>L: Lento (0.90)</b>				
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<b>N: Normal (1.00)</b>				
#Puesto: 5	Puesto: Carga de grupo de placas											<b>R: Rápido(1.10)</b>				
	Revisado: Edwin Canales											<b>MR: Muy Rápido (1.20)</b>				
	Método: Actual											<u>Términos:</u>				
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Cargar grupo de placas a la máquina COS	6.67	6.68	6.71	6.67	6.70	6.68	6.69	6.68	6.71	6.70	c	1.00	6.69	1.00	6.69
2	Echar desmoldante al molde de la máquina COS	3.88										f	0.10	0.39	1.00	0.39
3																
4																
5																
T.N. 7.08																
seg/bat																



Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 002	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 007					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											<u>Método de Valoración: <b>BASE 100</b></u>				
Línea: Ensamble	Operador: Diego Paredes											<b>ML:</b> Muy Lento ( <b>0.80</b> )				
Turno: 1	Operación: Cortar rebabas del grupo soldado											<b>L:</b> Lento ( <b>0.90</b> )				
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<b>N:</b> Normal ( <b>1.00</b> )				
#Puesto: 7	Puesto: Corte de rebabas											<b>R:</b> Rápido( <b>1.10</b> )				
	Revisado: Edwin Canales											<b>MR:</b> Muy Rápido ( <b>1.20</b> )				
	Método: Actual											<u>Términos:</u>				
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Cortar rebabas de los straps del grupo soldado	11.36	11.33	11.35	11.35	11.36	11.33	11.34	11.31	11.32	11.36	c	1.00	11.34	1.00	11.34
2																
3																
4																
5																
T.N. 11.34 seg/bat																

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 002</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>Hoja N°: 008</b>
<b>Área:</b> Producción	<b>Analista:</b> Cristhian Mendoza	<b>Método de Valoración:</b> <b>BASE 100</b>
<b>Línea:</b> Ensamble	<b>Operador:</b> Manuel Rivera	<b>ML:</b> Muy Lento ( <b>0.80</b> )
<b>Turno:</b> 1	<b>Operación:</b> Encajonar grupos soldados a caja	<b>L:</b> Lento ( <b>0.90</b> )
<b>Fecha:</b> 27/02/19	<b>Modelo:</b> FF13 PROGN40A1 NOR	<b>N:</b> Normal ( <b>1.00</b> )
<b>#Puesto:</b> 8	<b>Puesto:</b> Encajonado	<b>R:</b> Rápido( <b>1.10</b> )
	<b>Revisado:</b> Edwin Canales	<b>MR:</b> Muy Rápido ( <b>1.20</b> )
	<b>Método:</b> Actual	<b>Términos:</b>
		V: Valoración
		TN: Tiempo normal
		TO: Tiempo observado

N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Coger caja y colocar en mesa	1.77	1.79	1.80	1.77	1.81	1.79	1.78	1.79	1.76	1.80	c	1.00	1.79	1.00	1.79
2	Encajonar grupos de placas soldados en celdas de la caja	39.28	39.29	39.31	39.24	39.29	39.31	39.31	39.28	39.24	39.34	c	1.00	39.29	1.10	43.22
3	Acomodar grupos de placas soldados	5.78	5.77	5.80	5.79	5.79	5.81	5.80	5.77	5.76	5.77	c	1.00	5.78	0.90	5.21
4	Empujar batería hacia la faja de rodillos	1.79	1.78	1.81	1.80	1.78	1.85	1.84	1.78	1.79	1.81	c	1.00	1.80	1.00	1.80
5	Habilitar cajas al puesto de trabajo	21.15										f	0.06	1.32	0.90	1.19
6																
7																
8																
9																
10																

T.N. 53.20  
seg/bat

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 002	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 009					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											<u>Método de Valoración: BASE 100</u>				
Línea: Ensamble	Operador: Máquina soldadora de tabiques											<b>ML:</b> Muy Lento ( <b>0.80</b> )				
Turno: 1	Operación: Soldar tabiques de straps con la caja											<b>L:</b> Lento ( <b>0.90</b> )				
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<b>N:</b> Normal ( <b>1.00</b> )				
#Puesto: 9	Puesto: Soldado de tabiques											<b>R:</b> Rápido( <b>1.10</b> )				
	Revisado: Edwin Canales											<b>MR:</b> Muy Rápido ( <b>1.20</b> )				
	Método: Actual											<u>Términos:</u>				
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Soldar tabiques	24.71	24.70	24.66	23.63	24.65	24.71	24.70	24.68	24.70	24.69	c	1.00	24.58	1.00	24.58
2																
3																
4																
5																
T.N. 24.58 seg/bat																



Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 002	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 011					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											<b>Método de Valoración: BASE 100</b>				
Línea: Ensamble	Operador: Máquina Selladora											<b>ML: Muy Lento (0.80)</b>				
Turno: 1	Operación: Sellar la cubierta con la caja											<b>L: Lento (0.90)</b>				
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<b>N: Normal (1.00)</b>				
#Puesto: 11	Puesto: Sellado térmico											<b>R: Rápido(1.10)</b>				
	Revisado: Edwin Canales											<b>MR: Muy Rápido (1.20)</b>				
	Método: Actual											<u>Términos:</u>				
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Sellar cubierta con caja	32.72	32.72	32.65	32.63	32.65	32.66	32.68	32.70	32.69	32.69	c	0.50	16.34	1.00	16.34
2	Limpiar rebabas de la máquina selladora	15.65										f	0.17	2.61	0.90	2.35
3																
4																
5																
T.N. 18.69																
seg/bat																

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 002</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 012</b>					
<b>Área:</b> Producción	<b>Analista:</b> Cristhian Mendoza					<b>Método de Valoración: BASE 100</b>										
<b>Línea:</b> Ensamble	<b>Operador:</b> Alejandro Auqui					<b>ML: Muy Lento (0.80)</b>										
<b>Turno:</b> 1	<b>Operación:</b> Soldar postes de la batería					<b>L: Lento (0.90)</b>										
<b>Fecha:</b> 27/02/19	<b>Modelo:</b> FF13 PROGN40A1 NOR					<b>N: Normal (1.00)</b>										
<b>#Puesto:</b> 12	<b>Puesto:</b> Formado de postes					<b>R: Rápido(1.10)</b>										
	<b>Revisado:</b> Edwin Canales					<b>MR: Muy Rápido (1.20)</b>										
	<b>Método:</b> Actual					<b>Términos:</b>										
						V: Valoración										
						TN: Tiempo normal										
						TO: Tiempo observado										
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Acomodar las dos baterías en el puesto de trabajo	2.64	2.57	2.66	2.59	2.63	2.62	2.64	2.58	2.57	2.60	c	0.50	1.31	1.00	1.31
2	Colocar cuatro bocinas a los dos postes de las dos baterías	4.18	4.73	4.36	4.48	4.38	4.62	4.60	4.58	4.61	4.25	c	0.50	2.24	0.90	2.02
3	Soldar postes de las dos baterías	11.46	11.61	11.56	11.29	11.36	11.28	11.39	11.44	11.46	11.55	c	0.50	5.72	1.00	5.72
4	Retirar las cuatro bocinas de las dos baterías	4.63	4.55	4.60	4.59	4.58	4.62	4.57	4.62	4.55	4.63	c	0.50	2.30	1.00	2.30
5	Habilitar las dos baterías hacia el siguiente puesto de trabajo	2.60	2.59	2.56	2.56	2.58	2.60	2.59	2.62	2.55	2.60	c	0.50	1.29	0.90	1.16
6	Enfriar bocinas en balde lleno de agua	17.92										f	0.05	0.90	0.90	0.81
7																
8																
9																
10																
T.N. 13.31																
seg/bat																

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 002	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 013					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											<b>Método de Valoración: BASE 100</b>				
Línea: Ensamble	Operador: Máquina Probadora de Hermeticidad											<b>ML: Muy Lento (0.80)</b>				
Turno: 1	Operación: Aplicar prueba de hermeticidad											<b>L: Lento (0.90)</b>				
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<b>N: Normal (1.00)</b>				
#Puesto: 13	Puesto: Prueba de hermeticidad											<b>R: Rápido(1.10)</b>				
	Revisado: Edwin Canales											<b>MR: Muy Rápido (1.20)</b>				
	Método: Actual											<u>Términos:</u>				
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Aplicar prueba de hermeticidad a una batería	40.83	40.79	40.71	40.71	40.78	40.79	40.75	40.67	40.83	40.70	c	1.00	40.76	1.00	40.76
2																
3																
4																
5																
T.N. 40.76 seg/bat																

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 002	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 014					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											<b>Método de Valoración: BASE 100</b>				
Línea: Ensamble	Operador: Máquina codificadora											<b>ML: Muy Lento (0.80)</b>				
Turno: 1	Operación: Codificar batería											<b>L: Lento (0.90)</b>				
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<b>N: Normal (1.00)</b>				
#Puesto: 14	Puesto: Codificado y estampado											<b>R: Rápido(1.10)</b>				
	Revisado: Edwin Canales											<b>MR: Muy Rápido (1.20)</b>				
	Método: Actual											<u>Términos:</u>				
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Codificar batería y estampar símbolo positivo en poste	17.49	17.50	17.44	17.42	17.53	17.54	17.53	17.49	17.50	17.56	c	1.00	17.50	1.00	17.50
2																
3																
4																
5																
T.N. 17.50 seg/bat																

Anexo N°12: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 002</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 015</b>					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											<b>Método de Valoración: BASE 100</b>				
Línea: Ensamble	Operador: Roman Cosme											<b>ML: Muy Lento (0.80)</b>				
Turno: 1	Operación: Cargar placas a ensobradora											<b>L: Lento (0.90)</b>				
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<b>N: Normal (1.00)</b>				
#Puesto: 15	Puesto: Apilado de baterías											<b>R: Rápido(1.10)</b>				
	Revisado: Edwin Canales											<b>MR: Muy Rápido (1.20)</b>				
	Método: Actual											<b>Términos:</b>				
												V: Valoración				
												TN: Tiempo normal				
												TO: Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Cargar batería a parihuela	6.63	6.65	6.63	6.64	6.59	6.57	6.59	6.62	6.59	6.63	c	1.00	6.61	1.00	6.61
2	Colocar parihuela en posición	22.71										f	0.01	0.15	0.90	0.14
3	Elevar parihuela a posición	15.71										f	0.01	0.10	1.00	0.10
4	Colocar cartón sobre parihuela	7.29										f	0.05	0.36	1.00	0.36
5	Embalar las baterías apiladas en la parihuela	90.31										f	0.01	0.60	0.90	0.54
6	Colocar carro manual de pallet sobre la parihuela	27.91										f	0.01	0.19	0.90	0.17
7	Cargar y descargar parihuela en zona de producto terminado	56.30										f	0.01	0.38	1.00	0.38
8																
9																
10																
T.N. 8.30																
seg/bat																

Anexo N°13: Asignación de suplementos según Tabla OIT

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7	
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4	4
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>			2
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b>			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
35,5	22	máx	
<b>D. Mala iluminación</b>			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>			
Índice de enfriamiento Kata			
16		0	
8		10	
			<b>F. Concentración intensa</b>
			Trabajos de cierta precisión
			Trabajos precisos o fatigosos
			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos
			<b>G. Ruido</b>
			Continuo
			Intermitente y fuerte
			Intermitente y muy fuerte
			Estridente y fuerte
			<b>H. Tensión mental</b>
			Proceso bastante complejo
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos
			Muy complejo
			<b>I. Monotonía</b>
			Trabajo algo monótono
			Trabajo bastante monótono
			Trabajo muy monótono
			<b>J. Tedio</b>
			Trabajo algo aburrido
			Trabajo bastante aburrido
			Trabajo muy aburrido

<sup>1</sup> Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo

<b>Estudio N°: 003</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>						<b>Hoja N°: 001</b>						
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza				<u>Método de Suplementos: Tabla OIT</u>						
Línea:	Ensamble	Operador:	Ricardo Gomez				<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>						
Turno:	1	Operación:	Cargar placas a ensobradora				<b>S2: Fatiga (0.04)</b>						
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR				<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>						
#Puesto:	1	Puesto:	Habilitado de placas				<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>						
		Revisado:	Edwin Canales				<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>						
		Método:	Actual				5kg(0.01) <u>Términos:</u> 10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal 25kg(0.09)                   TS: Tiempo estándar TO: Tiempo Observado						
							<b>Suplementos (OIT)</b>					<b>TS</b>	<b>Observación</b>
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	S1	S2	S3	S4	S5	TS	Observación
1	Cargar placas(-) a ensobradora	c	0.40	1.81	1.20	2.17	0.05	0.04	0.02			2.41	Se cargan 2 grupos de 45 placas(-)
2	Transportar placas(-) a mesa de ensobradora	c	0.27	1.56	1.10	1.72	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	1.96	Se trasladan 3 grupos de 45 placas(-)
3	Cargar placas(+) a ensobradora	c	0.40	2.53	0.90	2.27	0.05	0.04	0.02			2.53	Se cargan 2 grupos de 45 placas(+)
4	Transportar placas(+) a mesa de ensobradora	c	0.27	2.27	0.80	1.81	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	2.07	Se trasladan 3 grupos de 45 placas(+)
5	Habilitar placas(-) al agrupado	f	0.13	1.00	1.00	1.00	0.05	0.04	0.02			1.11	Se traslada 1 grupo de 45 placas(-)
6	Colocar rollo separador de placas	f	0.01	0.75	0.90	0.68	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.77	Se para la máquina para colocar rollo
7													
8													
9													
10													
T.S. 10.84 seg / batería													

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS							Hoja N°: 002						
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza						Método de Suplementos: Tabla OIT							
Línea: Ensamble	Operador: Máquina Ensobradora						S1: Necesidades personales (0.05)							
Turno: 1	Operación: Ensobrar placas						S2: Fatiga (0.04)							
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR						S3: Trabajo de pie (0.02)							
#Puesto: 2	Puesto: Ensobrado de placas						S4: Postura anormal-inclinado (0.02)							
	Revisado: Edwin Canales						S5: Uso de fuerza / energía muscular							
	Método: Actual						5kg(0.01) <u>Términos:</u>							
							10kg(0.03)      TN: Tiempo normal							
							25kg(0.09)      TS: Tiempo estándar							
							TO: Tiempo Observado							
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones	
1	Ensobrar placas	c	6.00	26.95	1.00	26.95						26.95	Se toma en el agrupado de placas(+) y placas(-)	
2														
3														
4														
5														
T.S. 26.95 seg / batería														

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 003</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>						<b>Hoja N°: 003</b>						
<b>Área:</b>	Producción	<b>Analista:</b>	Cristhian Mendoza				<b>Método de Suplementos: Tabla OIT</b>						
<b>Línea:</b>	Ensamble	<b>Operador:</b>	José Estrada				<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>						
<b>Turno:</b>	1	<b>Operación:</b>	Agrupar y cargar grupo a mesa				<b>S2: Fatiga (0.04)</b>						
<b>Fecha:</b>	27/02/19	<b>Modelo:</b>	FF13 PROGN40A1 NOR				<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>						
<b>#Puesto:</b>	3	<b>Puesto:</b>	Agrupado de placas				<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>						
		<b>Revisado:</b>	Edwin Canales				<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>						
		<b>Método:</b>	Actual				5kg(0.01)		<b>Términos:</b>				
							10kg(0.03)		TN: Tiempo normal				
							25kg(0.09)		TS: Tiempo estándar				
							<b>Suplementos (Tabla OIT)</b>					<b>TO: Tiempo Observado</b>	
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	S1	S2	S3	S4	S5	TS	Observaciones
1	Coger grupo de placas de la ensobradora	c	3.00	5.93	1.00	5.93	0.05	0.04	0.02			6.59	Operador coge placas agrupadas de la máquina
2	Acomodar grupo de placas	c	3.00	7.42	1.10	8.16	0.05	0.04	0.02			9.06	Operador acomoda el grupo de placas
3	Colocar grupo de placas en mesa rotatoria	c	3.00	8.34	1.10	9.18	0.05	0.04	0.02	0.02		10.37	Operador coloca grupo de placas en mesa
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
T.S. 26.02 seg / batería													

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 003</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>Hoja N°: 004</b>																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:15%;">Área:</td> <td style="width:15%;">Producción</td> <td style="width:15%;">Analista:</td> <td style="width:15%;">Cristhian Mendoza</td> <td style="width:40%;"><b>Método de Suplementos: Tabla OIT</b></td> </tr> <tr> <td>Línea:</td> <td>Ensamble</td> <td>Operador:</td> <td>Carlos Salcedo</td> <td><b>S1: Necesidades personales (0.05)</b></td> </tr> <tr> <td>Turno:</td> <td>1</td> <td>Operación:</td> <td>Cargar grupo de placas y acceso</td> <td><b>S2: Fatiga (0.04)</b></td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>27/02/19</td> <td>Modelo:</td> <td>FF13 PROGN40A1 NOR</td> <td><b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b></td> </tr> <tr> <td>#Puesto:</td> <td>4</td> <td>Puesto:</td> <td>Carga de grupo de placas y acceso</td> <td><b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Revisado:</td> <td>Edwin Canales</td> <td><b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Método:</td> <td>Actual</td> <td>5kg(0.01)                      <b>Términos:</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>25kg(0.09)                    TS: Tiempo estándar</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>TO: Tiempo Observado</td> </tr> </table>	Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza	<b>Método de Suplementos: Tabla OIT</b>	Línea:	Ensamble	Operador:	Carlos Salcedo	<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>	Turno:	1	Operación:	Cargar grupo de placas y acceso	<b>S2: Fatiga (0.04)</b>	Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR	<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>	#Puesto:	4	Puesto:	Carga de grupo de placas y acceso	<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>			Revisado:	Edwin Canales	<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>			Método:	Actual	5kg(0.01) <b>Términos:</b>					10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal					25kg(0.09)                    TS: Tiempo estándar					TO: Tiempo Observado	
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza	<b>Método de Suplementos: Tabla OIT</b>																																															
Línea:	Ensamble	Operador:	Carlos Salcedo	<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>																																															
Turno:	1	Operación:	Cargar grupo de placas y acceso	<b>S2: Fatiga (0.04)</b>																																															
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR	<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>																																															
#Puesto:	4	Puesto:	Carga de grupo de placas y acceso	<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>																																															
		Revisado:	Edwin Canales	<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>																																															
		Método:	Actual	5kg(0.01) <b>Términos:</b>																																															
				10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal																																															
				25kg(0.09)                    TS: Tiempo estándar																																															
				TO: Tiempo Observado																																															
							<b>Suplementos (Tabla OIT)</b>					<b>Tiempo Observado</b>																																							
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	S1	S2	S3	S4	S5	TS	Observaciones																																						
1	Cargar grupo de placas a la máquina COS	c	1.00	6.78	1.00	6.78	0.05	0.04	0.02		0.01	7.60	Se cargan 3 grupos de placas agrupadas																																						
2	Acomodar grupo de placas con accionamiento de la COS	c	1.00	6.59	1.00	6.59	0.05	0.04	0.02			7.32	Operador acciona máquina COS																																						
3	Ciclo de máquina COS	c	1.00	5.70	1.00	5.70	0.05	0.04	0.02			6.33	Operador espera ciclo de la máquina COS																																						
4																																																			
5																																																			
6																																																			
7																																																			
8																																																			
9																																																			
10																																																			
T.S. 21.25 seg / batería																																																			

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 003</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>Hoja N°: 005</b>
------------------------	--------------------------------------	---------------------

Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza	<u>Método de Suplementos: Tabla OIT</u>
Línea:	Ensamble	Operador:	Julio Peña	<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>
Turno:	1	Operación:	Cargar grupo de placas a COS	<b>S2: Fatiga (0.04)</b>
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR	<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>
#Puesto:	5	Puesto:	Carga de grupo de placas	<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>
		Revisado:	Edwin Canales	<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>
		Método:	Actual	5kg(0.01) <u>Términos:</u>
				10kg(0.03)      TN: Tiempo normal
				25kg(0.09)      TS: Tiempo estándar
				TO: Tiempo Observado

N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones
							S1	S2	S3	S4	S5		
1	Cargar grupo de placas a la máquina COS	c	1.00	6.69	1.00	6.69	0.05	0.04	0.02		0.01	7.49	Se cargan 3 grupos de placas agrupadas
2	Echar desmoldante al molde de la máquina COS	f	0.10	0.39	1.00	0.39	0.05	0.04	0.02			0.43	Se echa desmoldante cada 10 baterías
3													
4													
5													

T.S. 7.92 seg / batería

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 003</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 006</b>		
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								<u>Método de Suplementos: Tabla OIT</u>		
Línea:	Ensamble	Operador:	Brian Sierra								<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>		
Turno:	1	Operación:	Descargar y pintar grupo de placas								<b>S2: Fatiga (0.04)</b>		
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>		
#Puesto:	6	Puesto:	Descarga y pintado de grupo placas								<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>		
		Revisado:	Edwin Canales								<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>		
		Método:	Actual								5kg(0.01) <u>Términos:</u>		
											10kg(0.03)                      TN: Tiempo normal		
											25kg(0.09)                      TS: Tiempo estándar		
											TO: Tiempo Observado		
							Suplementos (Tabla OIT)						
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	S1	S2	S3	S4	S5	TS	Observaciones
1	Retirar rebabas de los seis grupo de placas soldadas	c	1.00	1.26	0.90	1.13	0.05	0.04	0.02			1.26	Operador retira rebabas del grupo soldado
2	Pintar straps de los seis grupo de placas soldadas	c	1.00	4.11	1.00	4.11	0.05	0.04	0.02			4.56	Operador pinta 1 lado del strap del grupo
3	Echar rebabas al crisol de la máquina COS	f	0.10	1.08	1.10	1.18	0.05	0.04	0.02	0.02		1.34	Operador echa rebabas cada 10 baterías
4	Echar lingotes de plomo al crisol de la máquina COS	f	0.05	0.64	1.00	0.64	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.73	Operador echa lingotes cada 20 baterías
5													
6													
7													
8													
9													
10													
T.S. 7.89												seg / batería	

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS							Hoja N°: 007					
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza						Método de Suplementos: Tabla OIT						
Línea: Ensamble	Operador: Diego Paredes						S1: Necesidades personales (0.05)						
Turno: 1	Operación: Cortar rebabas del grupo soldado						S2: Fatiga (0.04)						
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR						S3: Trabajo de pie (0.02)						
#Puesto: 7	Puesto: Corte de rebabas						S4: Postura anormal-inclinado (0.02)						
	Revisado: Edwin Canales						S5: Uso de fuerza / energía muscular						
	Método: Actual						5kg(0.01)	Términos:					
							10kg(0.03)	TN: Tiempo normal					
							25kg(0.09)	TS: Tiempo estándar					
								TO: Tiempo Observado					
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones
1	Cortar rebabas de los straps del grupo soldado	c	1.00	11.34	1.00	11.34	0.05	0.04	0.02			12.59	Operador corta rebabas con tijera de metal
2													
3													
4													
5													
T.S. 12.59 seg / batería													

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS						Hoja N°: 008					
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza				<u>Método de Suplementos: Tabla OIT</u>						
Línea:	Ensamble	Operador:	Manuel Rivera				<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>						
Turno:	1	Operación:	Encajonar grupos soldados a caja				<b>S2: Fatiga (0.04)</b>						
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR				<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>						
#Puesto:	8	Puesto:	Encajonado				<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>						
		Revisado:	Edwin Canales				<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>						
		Método:	Actual				5kg(0.01) <u>Términos:</u> 10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal 25kg(0.09)                   TS: Tiempo estándar TO: Tiempo Observado						
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones
							S1	S2	S3	S4	S5		
1	Coger caja y colocar en mesa	c	1.00	1.79	1.00	1.79	0.05	0.04	0.02	0.02		2.02	Operador coge caja que esta apilado en su puesto
2	Encajonar grupos de placas soldados en celdas de la caja	c	1.00	39.29	1.10	43.22	0.05	0.04	0.02			47.97	Operador encajona grupo soldado en caja
3	Acomodar grupos de placas soldados	c	1.00	5.78	0.90	5.21	0.05	0.04	0.02			5.78	Operador acomoda grupos con una barra
4	Empujar batería hacia la faja de rodillos	c	1.00	1.80	1.00	1.80	0.05	0.04	0.02	0.02		2.04	Operador coloca cajas encajonado hacia faja
5	Habilitar cajas al puesto de trabajo	f	0.06	1.32	0.90	1.19	0.05	0.04	0.02	0.02		1.34	Operador se habilita cajas cada 16 baterías
6													
7													
8													
9													
10													
T.S. 59.15 seg / batería													

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 003</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>							<b>Hoja N°: 009</b>							
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza					Método de Suplementos: Tabla OIT							
Línea:	Ensamble	Operador:	Máquina soldadora de tabiques					<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>							
Turno:	1	Operación:	Soldar tabiques de straps con la caja					<b>S2: Fatiga (0.04)</b>							
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR					<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>							
#Puesto:	9	Puesto:	Soldado de tabiques					<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>							
		Revisado:	Edwin Canales					<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>							
		Método:	Actual					5kg(0.01)		10kg(0.03)		25kg(0.09)		Términos:	
													TN: Tiempo normal		
													TS: Tiempo estándar		
													TO: Tiempo Observado		
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones		
1	Soldar tabiques	c	1.00	24.58	1.00	24.58						24.58	Máquina suelda straps con celdas de la caja		
2															
3															
4															
5															
T.S. 24.58 seg / batería															

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS						Hoja N°: 010					
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza			<u>Método de Suplementos: Tabla OIT</u>							
Línea:	Ensamble	Operador:	Manolo Alvarez			<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>							
Turno:	1	Operación:	Colocar cubierta a la caja soldada			<b>S2: Fatiga (0.04)</b>							
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR			<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>							
#Puesto:	10	Puesto:	Colocación de cubiertas			<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>							
		Revisado:	Edwin Canales			<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>							
		Método:	Actual			5kg(0.01) <u>Términos:</u>							
						10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal							
						25kg(0.09)                   TS: Tiempo estándar							
						TO: Tiempo Observado							
						Suplementos (Tabla OIT)							
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	S1	S2	S3	S4	S5	TS	Observaciones
1	Habilitar caja soldada al puesto de trabajo	c	1.00	1.99	1.00	1.99	0.05	0.04	0.02			2.21	Operador coloca la caja soldada en su puesto
2	Echar grasa a los postes de la caja soldada	c	1.00	3.33	0.90	3.00	0.05	0.04	0.02			3.33	Operador echa grada por medio de un palillo
3	Colocar cubierta a la caja soldada	c	1.00	1.55	1.00	1.55	0.05	0.04	0.02			1.72	Operador coloca cubierta encima de caja
4	Golpear cubierta para encajar con la caja	c	1.00	4.11	0.90	3.70	0.05	0.04	0.02			4.10	Operador golpea la cubierta con una barra
5	Colocar batería a la entrada de la selladora	c	1.00	3.56	0.90	3.21	0.05	0.04	0.02			3.56	Operador coloca la caja en la faja de la selladora
6	Retirar bolsas de las cubiertas	f	0.05	0.53	1.00	0.53	0.05	0.04	0.02	0.02		0.60	Operador retira bolsas de las 20 cubiertas
7	Habilitar cubiertas al puesto de trabajo	f	0.10	0.84	0.90	0.75	0.05	0.04	0.02	0.02		0.85	Operador se habilita de 10 cubiertas a su puesto
8	Limpiar rebabas de la máquina selladora	f	0.17	2.61	0.90	2.35	0.05	0.04	0.02	0.02		2.65	Operador limpia el espejo de la selladora
9													
10													
T.S. 19.02 seg / batería													

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 003</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>							<b>Hoja N°: 011</b>							
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza					Método de Suplementos: Tabla OIT							
Línea:	Ensamble	Operador:	Máquina Selladora					<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>							
Turno:	1	Operación:	Sellar la cubierta con la caja					<b>S2: Fatiga (0.04)</b>							
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR					<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>							
#Puesto:	11	Puesto:	Sellado térmico					<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>							
		Revisado:	Edwin Canales					<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>							
		Método:	Actual					5kg(0.01)		10kg(0.03)		25kg(0.09)		Términos:	
													TN: Tiempo normal		
													TS: Tiempo estándar		
													TO: Tiempo Observado		
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones		
1	Sellar cubierta con caja	c	0.50	16.34	1.00	16.34						16.34	Se sellan la cubierta con la caja de la batería		
2	Limpiar rebabas de la máquina selladora	f	0.17	2.61	0.90	2.35	0.05	0.04	0.02	0.02		2.65	Operador limpia el espejo de la selladora		
3															
4															
5															
T.S. 18.99 seg / batería															

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS						Hoja N°: 012					
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza			<u>Método de Suplementos: Tabla OIT</u>							
Línea:	Ensamble	Operador:	Alejandro Auqui			<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>							
Turno:	1	Operación:	Soldar postes de la batería			<b>S2: Fatiga (0.04)</b>							
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR			<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>							
#Puesto:	12	Puesto:	Formado de postes			<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>							
		Revisado:	Edwin Canales			<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>							
		Método:	Actual			5kg(0.01) <u>Términos:</u> 10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal 25kg(0.09)                   TS: Tiempo estándar TO: Tiempo Observado							
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones
							S1	S2	S3	S4	S5		
1	Acomodar las dos baterías en el puesto de trabajo	c	0.50	1.31	1.00	1.31	0.05	0.04	0.02			1.45	Operador coloca las 2 baterías en su puesto
2	Colocar cuatro bocinas a los dos postes de las dos baterías	c	0.50	2.24	0.90	2.02	0.05	0.04	0.02			2.24	Operador coloca las 4 bocinas en cada poste
3	Soldar postes de las dos baterías	c	0.50	5.72	1.00	5.72	0.05	0.04	0.02			6.35	Operador suelda postes con manguera de soldar
4	Retirar las cuatro bocinas de las dos baterías	c	0.50	2.30	1.00	2.30	0.05	0.04	0.02			2.55	Operador retira las 4 bocinas de los postes
5	Habilitar las dos baterías hacia el siguiente puesto de trabajo	c	0.50	1.29	0.90	1.16	0.05	0.04	0.02			1.29	Operador alinea las 2 baterías a faja de rodillos
6	Enfriar bocinas en balde lleno de agua	f	0.05	0.90	0.90	0.81	0.05	0.04	0.02			0.90	Operador coloca las 4 bocinas en balde de agua
7													
8													
9													
10													
T.S. 14.77 seg / batería													

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS							Hoja N°: 013					
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza				Método de Suplementos: Tabla OIT						
Línea:	Ensamble	Operador:	Máquina Probadora de Hermeticidad				<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>						
Turno:	1	Operación:	Aplicar prueba de hermeticidad				<b>S2: Fatiga (0.04)</b>						
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR				<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>						
#Puesto:	13	Puesto:	Prueba de hermeticidad				<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>						
		Revisado:	Edwin Canales				<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>						
		Método:	Actual				5kg(0.01) <u>Términos:</u> 10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal 25kg(0.09)                    TS: Tiempo estándar TO: Tiempo Observado						
							Suplementos (Tabla OIT)						
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	S1	S2	S3	S4	S5	TS	Observaciones
1	Aplicar prueba de hermeticidad a una batería	c	1.00	40.76	1.00	40.76						40.76	Se aplica prueba de vacío con aire comprimido
2													
3													
4													
5													
T.S. 40.76 seg / batería													

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS							Hoja N°: 014						
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza						Método de Suplementos: Tabla OIT							
Línea: Ensamble	Operador: Máquina codificadora						S1: Necesidades personales (0.05)							
Turno: 1	Operación: Codificar batería						S2: Fatiga (0.04)							
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR						S3: Trabajo de pie (0.02)							
#Puesto: 14	Puesto: Codificado y estampado						S4: Postura anormal-inclinado (0.02)							
	Revisado: Edwin Canales						S5: Uso de fuerza / energía muscular							
	Método: Actual						5kg(0.01) <u>Términos:</u>							
							10kg(0.03)      TN: Tiempo normal							
							25kg(0.09)      TS: Tiempo estándar							
							TO: Tiempo Observado							
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones	
1	Codificar batería y estampar símbolo positivo en poste	c	1.00	17.50	1.00	17.50						17.50	Se coloca un código para su trazabilidad	
2														
3														
4														
5														
T.S. 17.50 seg / batería														

Anexo N°14: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado a los puestos de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 015	
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza			<b>Método de Suplementos: Tabla OIT</b> <b>S1: Necesidades personales (0.05)</b> <b>S2: Fatiga (0.04)</b> <b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b> <b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b> <b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b> 5kg(0.01) <u>Términos:</u> 10kg(0.03)                    TN: Tiempo normal 25kg(0.09)                    TS: Tiempo estándar TO: Tiempo Observado							
Línea:	Ensamble	Operador:	Roman Cosme										
Turno:	1	Operación:	Cargar placas a ensobradora										
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR										
#Puesto:	15	Puesto:	Apilado de baterías										
		Revisado:	Edwin Canales										
		Método:	Actual										
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones
							S1	S2	S3	S4	S5		
1	Cargar batería a parihuela	c	1.00	6.61	1.00	6.61	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	7.54	Se cargan de uno en una batería
2	Colocar parihuela en posición	f	0.01	0.15	0.90	0.14	0.05	0.04	0.02	0.02		0.15	Operador trae parihuela y la coloca en posición
3	Elevar parihuela a posición	f	0.01	0.10	1.00	0.10	0.05	0.04	0.02			0.12	Operador pisa elevador neumático
4	Colocar cartón sobre parihuela	f	0.05	0.36	1.00	0.36	0.05	0.04	0.02			0.40	Operador trae cartón y lo coloca en parihuela
5	Embalar las baterías apiladas en la parihuela	f	0.01	0.60	0.90	0.54	0.05	0.04	0.02			0.60	Operador embala baterías apiladas con film
6	Colocar carro manual de pallet sobre la parihuela	f	0.01	0.19	0.90	0.17	0.05	0.04	0.02		0.01	0.19	Operador trae carro y coloca en posición
7	Cargar y descargar parihuela en zona de producto terminado	f	0.01	0.38	1.00	0.38	0.05	0.04	0.02		0.01	0.42	Operador transporta la parihuela con pato
8													
9													
10													
T.S. 9.42 seg / batería													

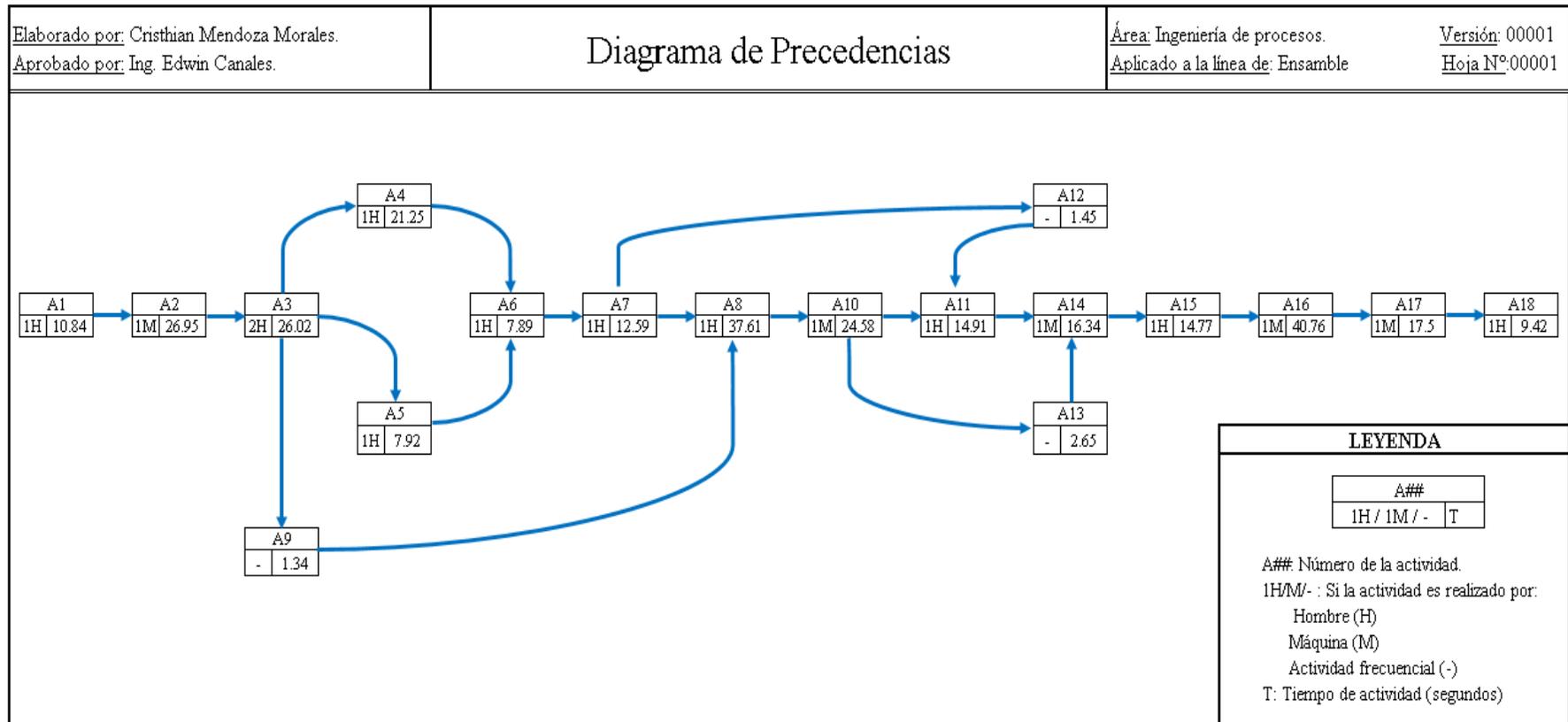
Anexo N°15: Aplicación del Análisis de Modo y Efectos de Fallas aplicado al proceso

N°	Interface/Parte/Proceso	Función	Potencial efecto de falla	Severidad	Potencial modo de falla	Potencial causa de falla	Ocurrencia	Criticidad	Modo de detección	Detección	RPN	Acciones sugeridas	Responsable/Fecha limite
1	Encajonado	Separador de placas	Rotura del soldadura de tabiques	8	Rotura de la soldadura de tabiques	Mala calidad del material	5	40	Muestreo	5	200	Cambio de especificación en el espesor del separador de placas, pasar de espesor de 0.25milímetros a 0.20 milímetros	Supervisor de Producción de la línea de ensamble 29/03/2019
			Deformación en la soldadura de tabiques	8	Deformaciones en la soldadura de tabiques	Mala calidad del material	5	40	Muestreo	5	200		Supervisor de Producción de la línea de ensamble 29/03/2019

Anexo N°16: Descripción de actividades para balance de la línea de ensamble

N° Actividad	Actividades para balanceo de línea	Tipo de actividad	TCS (seg/und)	Precedencia de actividades
A1	Habilitado de placas	Cíclica	10.84	-
A2	Ensobrado de placas	Cíclica	26.95	A1
A3	Agrupado de placas	Cíclica	26.02	A2
A4	Carga de grupos de placas y acceso	Cíclica	21.25	A3
A5	Carga de grupos de placas	Cíclica	7.92	A3
A6	Descarga y pintado de grupos de placas	Cíclica	7.89	A4, A5
A7	Corte de rebabas	Cíclica	12.59	A6
A8	Encajonado	Cíclica	37.61	A7, A9
A9	Habilitado de cajas	Frecuencial	1.34	A3
A10	Soldado de tabiques	Cíclica	24.58	A8
A11	Colocación de cubiertas	Cíclica	14.91	A10, A12
A12	Habilitado de cubiertas	Frecuencial	1.45	A7
A13	Limpieza de rebabas de la selladora	Frecuencial	2.65	A10
A14	Sellado térmico	Cíclica	16.34	A11, A13
A15	Formado de postes	Cíclica	14.77	A14
A16	Prueba de hermeticidad	Cíclica	40.76	A15
A17	Codificado y estampado	Cíclica	17.50	A16
A18	Apilado de baterías	Cíclica	9.42	A17

Anexo N°17: Diagrama de precedencias de actividades para el balance de línea

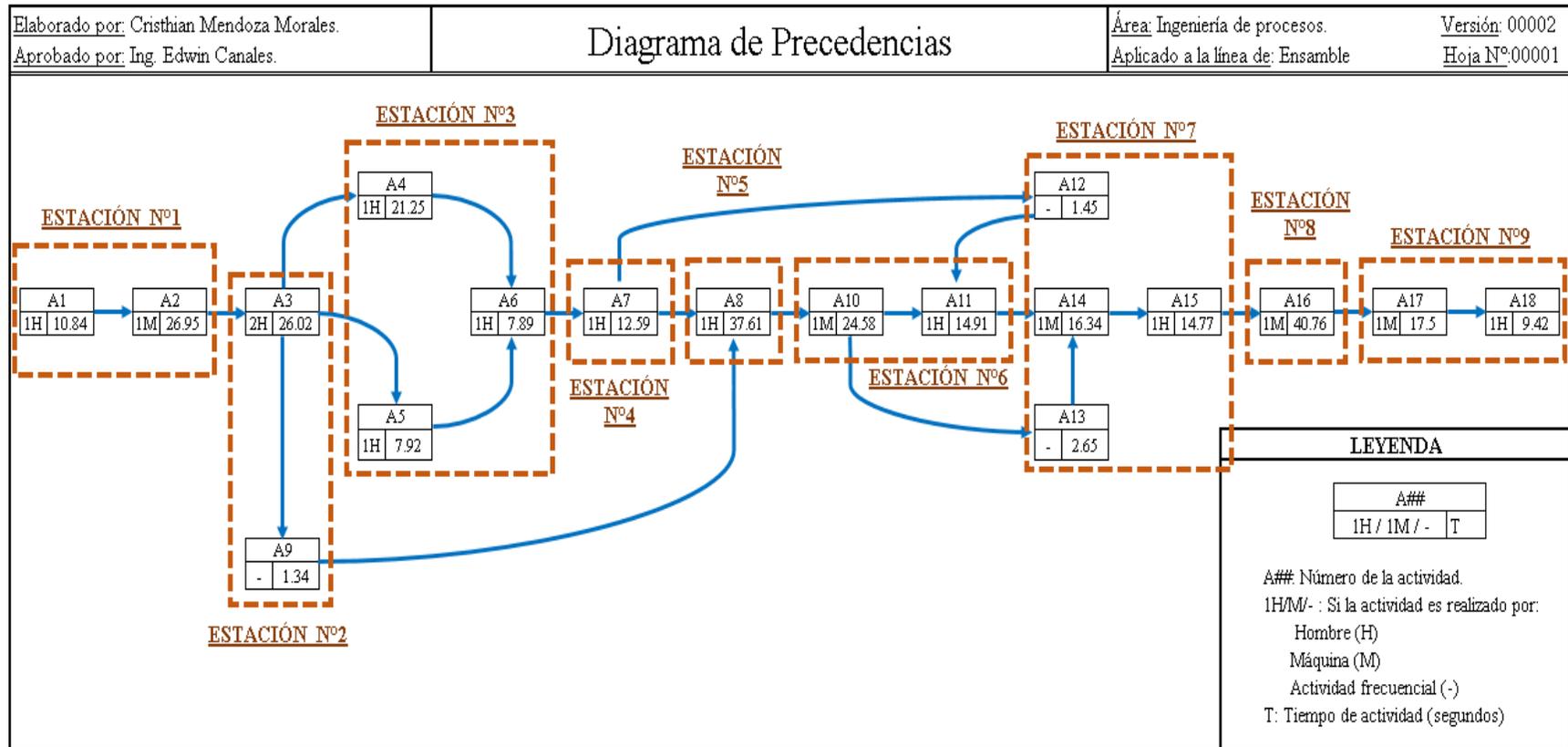


LEYENDA	
A##	
1H / 1M / - / T	
A##: Número de la actividad. 1H/M/- : Si la actividad es realizado por: Hombre (H) Máquina (M) Actividad frecuencial (-) T: Tiempo de actividad (segundos)	

Anexo N°18: Ordenamiento y leyenda de las actividades por estación de trabajo.

Ordenamiento de actividades según tiempo de ciclo estándar (de mayor a menor)				
N° Actividad	Actividades para balanceo de línea	TCS (seg/und)	Precedencia de actividades	Número de operadores
A16	Prueba de hermeticidad	40.76	A15	0
A8	Encajonado	37.61	A7, A9	1
A2	Ensobrado de placas	26.95	A1	0
A3	Agrupado de placas	26.02	A2	2
A10	Soldado de tabiques	24.58	A8	0
A4	Carga de grupos de placas y acceso	21.25	A3	1
A17	Codificado y estampado	17.50	A16	0
A14	Sellado térmico	16.34	A11, A13	0
A11	Colocación de cubiertas	14.91	A10, A12	1
A15	Formado de postes	14.77	A14	1
A7	Corte de rebabas	12.59	A6	1
A1	Habilitado de placas	10.84	-	-
A18	Apilado de baterías	9.42	A17	1
A5	Carga de grupos de placas	7.92	A3	1
A6	Descarga y pintado de grupos de placas	7.89	A4, A5	1
A13	Limpieza de rebabas de la selladora	2.65	A10	-
A12	Habilitado de cubiertas	1.45	A7	-
A9	Habilitado de cajas	1.34	A3	-
Leyenda de términos para la aplicación del balanceo				
ET N°: Número de estación de trabajo			H: Hombre	
Act: Número de la actividad			M: Máquina	
TAA: Tiempo de actividad acumulada				
TD: Tiempo disponible				
Top: Tiempo operativo				
Toc: Tiempo ocio				

Anexo N°19: Diagrama de precedencias de actividades asignando las estaciones de trabajo



Anexo N°20: Descripción del nuevo método de trabajo

<b>NUEVO MÉTODO DE TRABAJO PARA LA OPERACIÓN DE ENCAJONADO</b>		
A continuación, se detallará la descripción de actividades para desarrollar el nuevo método de encajonado		
N°	Descripción de actividad	Tipo de actividad
1	Coger caja y colocar en mesa de trabajo.	Cíclica
2	Encajonar grupos de placas soldadas en celdas de la caja.	Cíclica
3	Empujar batería hacia la faja de rodillos.	Cíclica
Realizado por: Cristhian Alexis Mendoza Morales Aprobado por: Ing. Edwin Canales.  Para tener claro el antes y despues, revisar los siguiente diagramas: . Diagrama de recorrido antes . Diagrama de recorrido después		
<b>Versión N°00001 / Hoja N°00001</b>		

Anexo N°21: Formato de capacitación del nuevo método de trabajo

EMPRESA FABRICANTE DE BATERÍAS AUTOMOTRICES	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		CÓDIGO:F-SIG-012		
	FORMATO DE CAPACITACIÓN		VERSIÓN: 03		
			FECHA: ESTADO: V		
<b>MARCAR (X)</b>					
Capacitación: ____ Entrenamiento: _____ Simulacro de Emergencia : ____					
<b>TEMA:</b>			<b>INICIO:</b> <b>FIN:</b>		
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	AREA	FIRMA	OBSERVACIONES
<b>ACUERDOS / CONCLUSIONES</b>					
<b>RESPONSABLE DE LA CAPACITACIÓN / ENTRENAMIENTO</b>			<b>RESPONSABLE DEL REGISTRO</b>		
Nombre:			Nombre:		
Cargo:			Cargo:		
Fecha:			Fecha:		
Firma:			Firma:		

Anexo N°22: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado al nuevo método de trabajo

<b>Estudio N°: 001</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 003</b>							
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza										Revisado por:	Edwin Canales				
Línea:	Ensamble	Operador:	José Estrada										Método:	Actual				
Turno:	1	Operación:	Agrupar y cargar grupo a mesa										<b>Calculo del Tiempo Observado (TO)</b>					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR										<b>Tipo de Actividad (TA)</b>		<b>Términos:</b>			
#Puesto:	3	Puesto:	Agrupado de placas										c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas			
													f: Actividad frecuencial		placas(+):placas positivas			
																T.O. : Tiempo observado		
			Tiempo (seg)															
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TA	f	TM	Observación			
1	Coger grupo de placas de la ensobradoradora	1.90	2.01	1.93	1.94	2.05	2.06	1.97	1.98	2.03	1.91	c	3.00	5.93	Operador coge placas agrupadas de la máquina			
2	Acomodar grupo de placas	2.48	2.50	2.46	2.45	2.48	2.46	2.46	2.49	2.51	2.44	c	3.00	7.42	Operador acomoda el grupo de placas			
3	Colocar grupo de placas en mesa rotatoria	2.79	2.74	2.78	2.81	2.80	2.76	2.81	2.75	2.77	2.80	c	3.00	8.34	Operador coloca grupo de placas en mesa			
4	Habilitar cajas al puesto de trabajo	40.18										f	0.01	0.29	Operador habilita cajas cada 140 baterías			
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
T.O. 21.98 segundos / batería																		

Anexo N°22: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado al nuevo método de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 001	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 008				
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza											Revisado por: Edwin Canales			
Línea: Ensamble	Operador: Manuel Rivera											Método: Actual			
Turno: 1	Operación: Encajonar grupos soldados a caja											<b>Calculo del Tiempo Observado (TO)</b>			
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR											<u>Tipo de Actividad (TA)</u>		<u>Términos:</u>	
#Puesto: 8	Puesto: Encajonado											c: Actividad cíclica		placas(-): placas negativas	
												f: Actividad frecuencial		placas(+): placas positivas	
														T.O. : Tiempo observado	
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10				
1	Coger caja y colocar en mesa	1.77	1.79	1.80	1.77	1.81	1.79	1.78	1.79	1.76	1.80	c	1.00	1.79	Operador coge caja que esta apilado en su puesto
2	Encajonar grupos de placas soldados en celdas de la caja	30.28	30.29	30.31	30.24	30.29	30.31	30.31	30.28	30.24	30.34	c	1.00	30.29	Operador encajona grupo soldado en celda de caja
3	Empujar batería hacia la faja de rodillos	1.79	1.78	1.81	1.80	1.78	1.85	1.84	1.78	1.79	1.81	c	1.00	1.80	Operador coloca cajas encajonado hacia faja
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
T.O. 33.88 segundos / batería															

Anexo N°22: Toma de tiempos de 10 observaciones y cálculo del tiempo observado, aplicado al nuevo método de trabajo (Continuación)

<b>Estudio N°: 001</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<b>Hoja N°: 013</b>										
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								Revisado por:	Edwin Canales									
Línea:	Ensamble	Operador:	Máquina Probadora de Hermeticidad								Método:	Actual									
Turno:	1	Operación:	Aplicar prueba de hermeticidad								<b><u>Calculo del Tiempo Observado (TO)</u></b>										
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<u>Tipo de Actividad (TA)</u>	<u>Términos:</u>									
#Puesto:	13	Puesto:	Prueba de hermeticidad								c: Actividad cíclica	placas(-): placas negativas									
																f: Actividad frecuencial	placas(+):placas positivas				
																	T.O. : Tiempo observado				
N°	Descripción de actividades	Tiempo (seg)										TA	f	TO	Observación						
1	Aplicar prueba de hermeticidad a una batería	40.83	40.79	40.71	40.71	40.78	40.79	40.75	40.67	40.83	40.70	c	1.00	40.76	Se aplica prueba de vacío con aire comprimido						
2																					
3																					
4																					
5																					
T.O. 40.76 segundos / batería																					

Anexo N°23: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado al nuevo método de trabajo

<b>Estudio N°: 002</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>Hoja N°: 003</b>
Área: Producción	Analista: Cristian Mendoza	Método de Valoración: <b>BASE 100</b>
Línea: Ensamble	Operador: José Estrada	<b>ML:</b> Muy Lento ( <b>0.80</b> )
Turno: 1	Operación: Agrupar y cargar grupo a mesa	<b>L:</b> Lento ( <b>0.90</b> )
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR	<b>N:</b> Normal ( <b>1.00</b> )
#Puesto: 3	Puesto: Agrupado de placas	<b>R:</b> Rápido( <b>1.10</b> )
	Revisado: Edwin Canales	<b>MR:</b> Muy Rápido ( <b>1.20</b> )
	Método: Actual	<u>Términos:</u>
		V: Valoración
		TN: Tiempo normal
		TO: Tiempo observado

N°	Descripción de actividades	Tiempos Observados (seg)										TA	f	TO	V	TN
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Coger grupo de placas de la ensobradora	1.90	2.01	1.93	1.94	2.05	2.06	1.97	1.98	2.03	1.91	c	3.00	5.93	1.00	5.93
2	Acomodar grupo de placas	2.48	2.50	2.46	2.45	2.48	2.46	2.46	2.49	2.51	2.44	c	3.00	7.42	1.10	8.16
3	Colocar grupo de placas en mesa rotatoria	2.79	2.74	2.78	2.81	2.80	2.76	2.81	2.75	2.77	2.80	c	3.00	8.34	1.10	9.18
4	Habilitar cajas al puesto de trabajo	40.18										f	0.01	0.29	1.00	0.29
5																
6																
7																
8																
9																
10																

T.N. 23.56  
seg/bat



Anexo N°23: Calificación del operario por actividad y cálculo del tiempo normal, aplicado al nuevo método de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 002		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										Hoja N°: 013				
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza								Método de Valoración: <b>BASE 100</b>					
Línea:	Ensamble	Operador:	Máquina Probadora de Hermeticidad								<b>ML:</b> Muy Lento ( <b>0.80</b> )					
Turno:	1	Operación:	Aplicar prueba de hermeticidad								<b>L:</b> Lento ( <b>0.90</b> )					
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR								<b>N:</b> Normal ( <b>1.00</b> )					
#Puesto:	13	Puesto:	Prueba de hermeticidad								<b>R:</b> Rápido ( <b>1.10</b> )					
		Revisado:	Edwin Canales								<b>MR:</b> Muy Rápido ( <b>1.20</b> )					
		Método:	Actual								<u>Términos:</u> V: Valoración TN: Tiempo normal TO: Tiempo observado					
		Tiempos Observados (seg)														
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TA	f	TO	V	TN
1	Aplicar prueba de hermeticidad a una batería	40.83	40.79	40.71	40.71	40.78	40.79	40.75	40.67	40.83	40.70	c	1.00	40.76	1.00	40.76
		40.75	40.83	40.75	40.82	40.75	40.75	40.75	40.79	40.79	40.83					
		40.75	40.75	40.86	40.67	40.75	40.79	40.78	40.75	40.75	40.80					
		40.71	40.77	40.79	40.67	40.83	40.76	40.75	40.75	40.78	40.71					
T.N. 40.76 seg/bat																

Anexo N°24: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado al nuevo método de trabajo

<b>Estudio N°: 003</b>	<b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>Hoja N°: 003</b>											
Área: Producción	Analista: Cristian Mendoza	Método de Suplementos: Tabla OIT											
Línea: Ensamble	Operador: José Estrada	<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>											
Turno: 1	Operación: Agrupar y cargar grupo a mesa	<b>S2: Fatiga (0.04)</b>											
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR	<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>											
#Puesto: 3	Puesto: Agrupado de placas	<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>											
	Revisado: Edwin Canales	<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>											
	Método: Actual	5kg(0.01) <u>Términos:</u>											
		10kg(0.03)      TN: Tiempo normal											
		25kg(0.09)      TS: Tiempo estándar											
		TO: Tiempo observado											
		Suplementos (Tabla OIT)											
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	S1	S2	S3	S4	S5	TS	Observaciones
1	Coger grupo de placas de la ensobradora	c	3.00	5.93	1.00	5.93	0.05	0.04	0.02			6.59	Operador coge placas agrupadas de la máquina
2	Acomodar grupo de placas	c	3.00	7.42	1.10	8.16	0.05	0.04	0.02			9.06	Operador acomoda el grupo de placas
3	Colocar grupo de placas en mesa rotatoria	c	3.00	8.34	1.10	9.18	0.05	0.04	0.02	0.02		10.37	Operador coloca grupo de placas en mesa
4	Habilitar cajas al puesto de trabajo	f	0.01	0.29	1.00	0.29	0.05	0.04	0.02	0.02		0.32	Operador habilita cajas cada 140 baterías
5													
6													
7													
8													
9													
10													
T.S. 26.34 seg / batería													

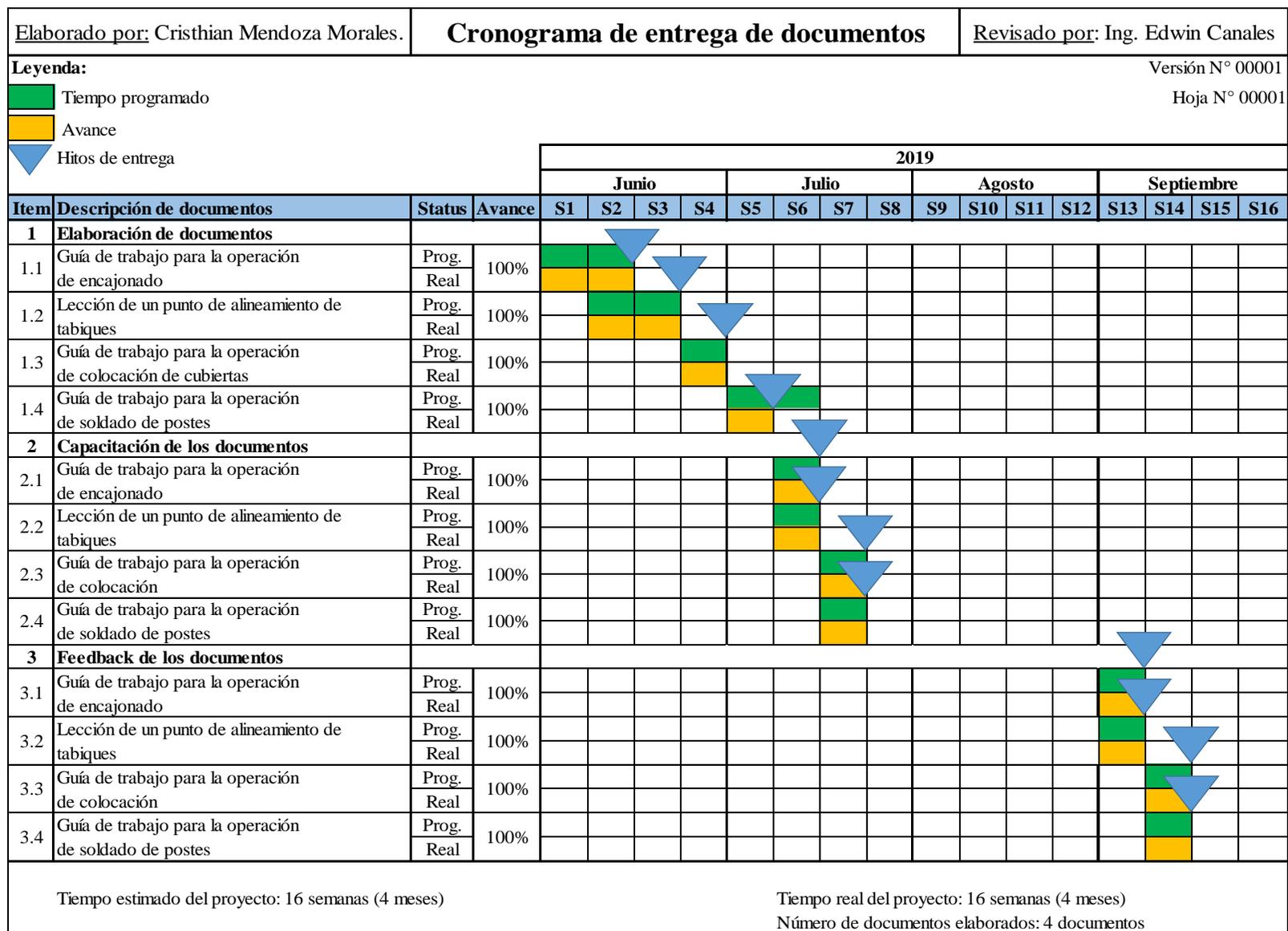
Anexo N°24: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado al nuevo método de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003		FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS					Hoja N°: 008						
Área:	Producción	Analista:	Cristhian Mendoza			Método de Suplementos: Tabla OIT							
Línea:	Ensamble	Operador:	Manuel Rivera			<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>							
Turno:	1	Operación:	Encajonar grupos soldados a caja			<b>S2: Fatiga (0.04)</b>							
Fecha:	27/02/19	Modelo:	FF13 PROGN40A1 NOR			<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>							
#Puesto:	8	Puesto:	Encajonado			<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>							
		Revisado:	Edwin Canales			<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>							
		Método:	Actual			5kg(0.01) <u>Términos:</u> 10kg(0.03)      TN: Tiempo normal 25kg(0.09)      TS: Tiempo estándar TO: Tiempo observado							
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones
							S1	S2	S3	S4	S5		
1	Coger caja y colocar en mesa	c	1.00	1.79	1.00	1.79	0.05	0.04	0.02			1.98	Operador coge caja que esta apilado en su puesto
2	Encajonar grupos de placas soldados en celdas de la caja	c	1.00	30.29	1.00	30.29	0.05	0.04	0.02			33.62	Operador encajona grupo soldado en caja
3	Empujar batería hacia la faja de rodillos	c	1.00	1.80	1.00	1.80	0.05	0.04	0.02			2.00	Operador coloca cajas encajonado hacia faja
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
T.S. 37.61 seg / batería													

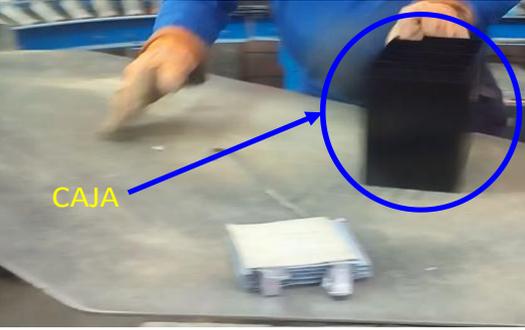
Anexo N°24: Asignación de suplementos por actividad y cálculo del tiempo estándar, aplicado al nuevo método de trabajo (Continuación)

Estudio N°: 003	FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS						Hoja N°: 013						
Área: Producción	Analista: Cristhian Mendoza	Método de Suplementos: Tabla OIT											
Línea: Ensamble	Operador: Máquina Probadora de Hermeticidad	<b>S1: Necesidades personales (0.05)</b>											
Turno: 1	Operación: Aplicar prueba de hermeticidad	<b>S2: Fatiga (0.04)</b>											
Fecha: 27/02/19	Modelo: FF13 PROGN40A1 NOR	<b>S3: Trabajo de pie (0.02)</b>											
#Puesto: 13	Puesto: Prueba de hermeticidad	<b>S4: Postura anormal-inclinado (0.02)</b>											
	Revisado: Edwin Canales	<b>S5: Uso de fuerza / energía muscular</b>											
	Método: Actual	5kg(0.01)	<u>Términos:</u>										
		10kg(0.03)	TN: Tiempo normal										
		25kg(0.09)	TS: Tiempo estándar										
			TO: Tiempo observado										
N°	Descripción de actividades	TA	f	TO	V	TN	Suplementos (Tabla OIT)					TS	Observaciones
1	Aplicar prueba de hermeticidad a una batería	c	1.00	40.76	1.00	40.76						40.76	Se aplica prueba de vacío con aire comprimido
2													
3													
4													
5													
T.S. 40.76 seg / batería													

Anexo N°25: Diagrama de Gantt de los documentos de procesos a implementar en la línea de ensamble



Anexo N°26: Documentos de procesos aplicado a las estaciones de trabajo críticas

EMPRESA FABRICANTE DE BATERÍAS AUTOMOTRICES	<h2 style="text-align: center;">GUÍA DE TRABAJO</h2>		Versión N° 00001 Aprobado: Sistema de Gestión de Calidad
Descripción: Encajonado			
Alcance: Todos los modelos de 13 placas de grupos GN40, GL2, G24			
Elaborado por: Cristhian Mendoza Morales. Revisado por: Ing. Edwin Canales.		Tiempo de ciclo: 45 segundos / batería Capacidad de trabajo: 571 baterías / hora	Responsable de la operación: Fecha de elaboración:
1.-Coger caja y colocarla en mesa de trabajo.	2.-Verificar que los grupos de placas soldados esten sin rebabas.	3.-Colocar los grupos de placas soldados a cada celda de la caja.	
			
4.-Verificar que los tabiques esten alineados correctamente. Ver el documento de la lección de un punto para el alineamiento de tabiques.	5.-Colocar la caja encajonada en la mesa de rodillos.	6.-Verificar la colocación del sentido de la caja encajonada en la mesa de rodillos, el sentido correcto es cuando los postes estan frente a la pared a la pared.	
			
			Hoja 1/1

Anexo N°26: Documentos de procesos aplicado a las estaciones de trabajo críticas (Continuación)

EMPRESA FABRICANTE DE BATERÍAS AUTOMOTRICES	<b>LECCION DE UN PUNTO (LUP)</b>				Versión N° 00001
	Descripción: Soldado de postes				Aprobado: Sistema
	Alcance: Todos los modelos de 13 placas de grupos GN40, GL2, G24				de Gestión de
	Descripción: Alineamiento de tabiques				Calidad
	Área:	Línea de ensamble	Puesto de trabajo/Maquina:	Encajonado/	
Clasificación:	Acción de mejora:		Conocimiento básico:	Medio ambiente:	
	Acción correctiva/preventiva:	X	Seguridad:	TPM:	

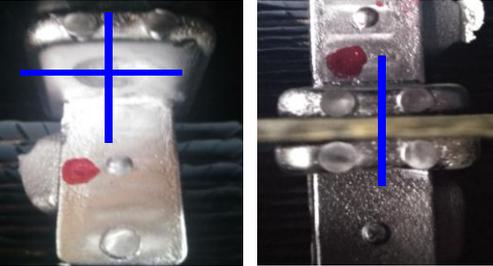
**VERIFICAR ALINEAMIENTO DE TABIQUES ANTES DE SOLDADO PARA EVITAR PANDEAMIENTO DE VENAS Y FILTRACION ENTRE CELDAS**

**CORRECTO**

**ALINEAMIENTO ENTRE TABIQUES ANTES DEL SOLDADO**



**SOLDADO CENTRADO DE TABIQUES, NO HAY PRESENCIA DE PLOMO ESPARCIDO**

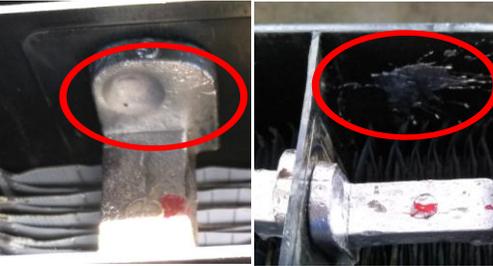


**INCORRECTO**

**DESALINEAMIENTO ENTRE TABIQUES ANTES DEL SOLDADO**

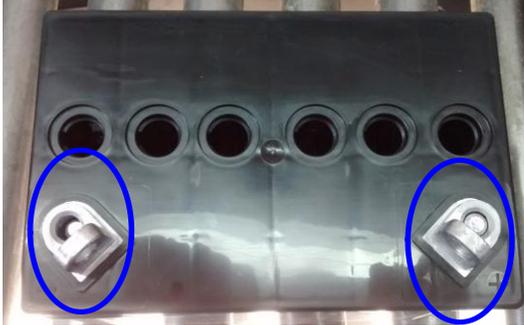


**SOLDADO DESCENTRADO, HAY PRESENCIA DE PLOMO ESPARCIDO ALREDEDOR DEL SOLDADO DE TABIQUES**

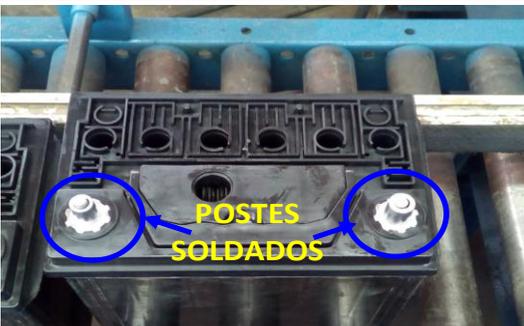


Hoja 1/1

Anexo N°26: Documentos de procesos aplicado a las estaciones de trabajo críticas (Continuación)

EMPRESA FABRICANTE DE BATERÍAS AUTOMOTRICES	<h2 style="margin: 0;">GUÍA DE TRABAJO</h2>		Versión N° 00001 Aprobado: Sistema de Gestión de Calidad
Descripción: Colocación de cubierta Alcance: Todos los modelos de 13 placas de grupos GN40, GL2, G24			
Elaborado por: Cristhian Mendoza Morales. Revisado por: Ing. Edwin Canales.		Tiempo de ciclo: 15 segundos / batería Capacidad de trabajo: 571 baterías / hora	Responsable de la operación: Fecha de elaboración:
1.-Coger cubierta primaria y verificar que sea del modelo con el sentido de polo correcto (normal e invertido).	2.-Verificar que cubierta no presente rebabas, pandeamiento y/o deformaciones visibles tolerables.	3.-Verificar que las venas de la caja con los tabiques soldados no presenten pandeamiento y/o deformaciones visibles tolerables.	
			
4.-Verificar que los tabiques esten soldado correctamente.	5.-Encajar cubierta primaria, tomar como referencia los postes de la batería. Utilizar grasa para postes gruesos (A1).	6.-Levantar y encajar cubierta para verificar que asiente de manera uniforme sobre todo el perímetro de la caja.	
			
			Hoja 1/1

Anexo N°26: Documentos de procesos aplicado a las estaciones de trabajo críticas (Continuación)

EMPRESA FABRICANTE DE BATERÍAS AUTOMOTRICES	<h2 style="text-align: center;">GUÍA DE TRABAJO</h2>		Versión N° 00001 Aprobado: Sistema de Gestión de Calidad
Descripción: Soldado de postes Alcance: Todos los modelos de 13 placas de grupos GN40, GL2, G24			
Elaborado por: Cristhian Mendoza Morales. Revisado por: Ing. Edwin Canales.	Tiempo de ciclo: 14 segundos / batería Capacidad de trabajo: 571 baterías / hora	Responsable de la operación: Fecha de elaboración:	
1.-Coger batería sellada y verificar que no existan hilos de plástico quemado en el perímetro de la caja.	2.-Colocar bocinas en los postes de la batería, verificar que la bocina corresponda al poste correcto.	3.- Verificar la regulación del oxígeno y gas en la llama de fuego que genera la manguera soldadora.	
 <p style="text-align: center;"><b>PERIMETRO DE CAJA</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>BOCINAS</b></p>	 <p style="text-align: right;"><b>MANGUERA</b></p>	
4.-Soldar los postes de la batería utilizando la manguera soldadora.	5.-Retirar las bocinas de los postes soldados y colocar la batería a la siguiente mesa de rodillos.	6.-Habilitar cubiertas a la mesa de trabajo donde se colocan estos materiales.	
 <p style="text-align: center;"><b>MANGUERA SOLDADOR</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>POSTES SOLDADOS</b></p>	 <p style="text-align: right;"><b>CUBIERTAS</b></p>	
			Hoja 1/1