



# FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“MEJORAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE BATERÍAS DE ÁCIDO PLOMO EN LIMA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:  
Ingeniero Industrial

**Autores:**

Bach. Omar Jesús Junior Cueto Camacho  
Bach. Jeannie Luisa Manrique Lostaunau

**Asesor:**

Ing. Rafael Ortiz Condori

Lima - Perú

2019

## DEDICATORIA

A Dios por habernos permitido llegar  
hasta este momento de nuestra carrera  
profesional.

A nuestras familias, por el apoyo  
incondicional durante toda nuestra vida.

A la Universidad Privada del Norte, por  
la oportunidad de formarnos  
profesionalmente en la carrera que más  
nos apasiona.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos los profesores de  
la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Privada del Norte por  
guiarnos durante toda la carrera y  
enseñarnos todas las herramientas que  
aplicamos en la presente tesis.

También a nuestro asesor, por su  
colaboración y consejos para la  
realización del presente trabajo de  
investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.    Realidad problemática .....	11
2.    Antecedentes .....	16
2.1.  Internacional.....	16
2.2.  Nacional .....	19
3.    Bases teóricas .....	22
3.1.  Mejora de Proceso.....	22
3.2.  Productividad .....	24
3.3.  Eficiencia y Eficacia.....	25
3.4.  Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) .....	26
3.5.  Estudio de tiempos .....	29
3.6.  Distribución en planta por producto .....	32
3.7.  Distribución en Planta por proceso .....	32
3.8.  Cuello de Botella.....	33
3.9.  Estandarización de procesos.....	34
4.    Formulación del Problema .....	35
5.    Objetivos .....	36
5.1.  Objetivo general .....	36
5.2.  Objetivos específicos.....	36
6.    Hipótesis .....	36
6.1.  Hipótesis General .....	36
6.2.  Hipótesis Específicos .....	36
<b>CAPITULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>38</b>
1.    Tipo de Investigación .....	38
2.    Población y Muestra .....	39
2.1.  Población.....	39
2.2.  Muestra.....	39
3.    Operacionalización de Variables .....	42
3.1.  Variable Independiente: .....	42
3.2.  Variable Dependiente:.....	43
4.    Técnicas, Instrumentos y Materiales .....	44
4.1.  De la recolección de datos.....	44
<b>4.2.  Del análisis de los datos.....</b>	<b>50</b>

4.3.	De los materiales utilizados.....	56
5.	Aspectos éticos	56
6.	Situación actual de la empresa	56
6.1.	Observación directa y planeada.....	57
6.2.	Entrevistas no estructuradas .....	67
6.3.	Lluvia de ideas .....	69
7.	Análisis de Datos	70
7.1.	Diagrama de Ishikawa.....	70
7.2.	Diagrama del proceso productivo.....	72
7.3.	Estudio de tiempos .....	74
7.4.	Cuello de botella .....	75
7.5.	Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) .....	75
7.6.	Diagrama de Recorrido .....	78
7.7.	Evaluación de cumplimiento de procesos .....	80
8.	Propuestas de mejora en el proceso de fabricación de baterías de ácido-plomo	81
9.	Desarrollo de las mejoras propuestas	82
9.1.	<b>Nueva distribución de planta.....</b>	<b>82</b>
9.2.	<b>Revisión de actividades en el subproceso que genera “cuello de botella” .....</b>	<b>84</b>
9.3.	<b>Estandarización del proceso de fabricación de baterías de ácido-plomo de la empresa .....</b>	<b>85</b>
<b>CAPITULO III. RESULTADOS .....</b>		<b>99</b>
1.	<b>Resultados de las Mejoras</b>	99
1.1.	<b>Respuesta a la pregunta de investigación .....</b>	<b>99</b>
1.2.	<b>Productividad .....</b>	<b>102</b>
2.	<b>Evaluación Económica</b>	104
2.1.	<b>Costos de Producción .....</b>	<b>104</b>
2.2.	<b>Flujo de Caja Sin Proyecto.....</b>	<b>106</b>
2.3.	<b>Inversión .....</b>	<b>107</b>
2.4.	<b>Flujo de Caja Con Proyecto .....</b>	<b>108</b>
2.5.	<b>VAN y TIR.....</b>	<b>109</b>
<b>CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>		<b>111</b>
1.	<b>Limitaciones</b>	111
2.	<b>Interpretación comparativa</b>	111
3.	<b>Implicancias</b>	112
4.	<b>Conclusiones</b>	113
5.	<b>Recomendaciones</b>	113
<b>CAPITULO V: REFERENCIAS.....</b>		<b>115</b>
<b>CAPITULO VI: ANEXOS .....</b>		<b>122</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación entre eficiencia y eficacia .....	26
Tabla 2: Símbolos de la Norma ASME para elaborar diagramas de flujo .....	27
Tabla 3: Ejemplo formato DAP .....	28
Tabla 4: Observaciones para realizar según General Electric .....	30
Tabla 5: Valoración del trabajador según Westinghouse .....	30
Tabla 6: Suplementos para el estudio de tiempos según OIT.....	31
Tabla 7: Variable independiente .....	42
Tabla 8: Variable dependiente .....	43
Tabla 9: Observación del Proceso Productivo – Rejillado .....	58
Tabla 10: Observación del Proceso Productivo – Oxidación.....	59
Tabla 11: Observación del Proceso Productivo – Elaboración de masas +/- y Empastado.....	60
Tabla 12: Observación del Proceso Productivo – Reposo.....	61
Tabla 13: Observación del Proceso Productivo – Tratamiento .....	62
Tabla 14: Observación del Proceso Productivo – Separadores y Armado de baterías .....	63
Tabla 15: Observación del Proceso Productivo – Armado de baterías .....	64
Tabla 16: Observación del Proceso Productivo – Sellado.....	65
Tabla 17: Observación del Proceso Productivo – Llenado de ácido .....	66
Tabla 18: Entrevistas no estructuradas.....	68
Tabla 19: Lluvia de ideas .....	70
Tabla 20: Consolidado de Estudio de Tiempos.....	74
Tabla 21: Checklist de Cumplimiento de Procesos.....	80
Tabla 22: Caracterización del Subproceso de Elaboración de Rejillas .....	86
Tabla 23: Caracterización de Subproceso de Elaboración de Masa Positiva y Negativa .....	88
Tabla 24: Caracterización de Subproceso de Elaboración de Placas Positiva y Negativa .....	90
Tabla 25: Caracterización de Subproceso de Tratamiento de Placas .....	92
Tabla 26: Caracterización de Subproceso de Armado de Baterías.....	95
Tabla 27: Diagrama de Gantt para capacitación en Estandarización del Proceso Productivo.....	97
Tabla 28: Nivel de Productividad antes de la mejora.....	102
Tabla 29: Nivel de Productividad después de la mejora .....	103
Tabla 30: Incremento de la Productividad .....	103
Tabla 31: Costos de Materia Prima .....	104
Tabla 32: Costos de Personal .....	105
Tabla 33: Costos de Servicios .....	105
Tabla 34: Flujo de Caja sin Proyecto .....	106
Tabla 35: Inversión para la nueva distribución de planta.....	107
Tabla 36: Inversión para optimizar el cuello de botella .....	107
Tabla 37: Inversión para estandarización del proceso.....	108

Tabla 38: Flujo de Caja con Proyecto .....	109
Tabla 39: VAN - TIR .....	110
Tabla 40: Evaluación de desempeño para la actividad de pre-oxidación .....	122
Tabla 41: Holguras variables para la actividad de pre-oxidación .....	122
Tabla 42: Holguras para la actividad de pre-oxidación .....	122
Tabla 43: Tiempos observados en la actividad de pre-oxidación .....	123
Tabla 44: Cálculo de tiempo estándar en la actividad de pre-oxidación .....	124
Tabla 45: Evaluación de desempeño para la actividad de armado de baterías – Trabajador 1 .....	124
Tabla 46: Evaluación de desempeño para la actividad de armado de baterías – Trabajador 2 .....	125
Tabla 47: Holguras variables para la actividad de armado de baterías .....	125
Tabla 48: Holguras para la actividad de armado de baterías .....	125
Tabla 49: Tiempos observados en la actividad de armado de baterías .....	126
Tabla 50: Cálculo de tiempo estándar en la actividad de armado de baterías .....	127
Tabla 51: Evaluación de desempeño para la actividad de sellado de baterías .....	127
Tabla 52: Holguras variables para la actividad de sellado de baterías .....	128
Tabla 53: Holguras para la actividad de sellado de baterías .....	128
Tabla 54: Tiempos observados en la actividad de sellado de baterías .....	129
Tabla 55: Cálculo de tiempo estándar en la actividad de sellado de baterías .....	130
Tabla 56: Evaluación de desempeño para la actividad de llenado de ácido .....	130
Tabla 57: Holguras variables para la actividad de llenado de ácido .....	131
Tabla 58: Holguras para la actividad de llenado de ácido .....	131
Tabla 59: Tiempos observados en la actividad de llenado de ácido .....	132
Tabla 60: Cálculo de tiempo estándar en la actividad de llenado de ácido .....	133
Tabla 61: Tiempos encontrados luego de aplicadas las mejoras .....	134

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Niveles de producción de la empresa 2019.....	16
Figura 2: Baterías ácido-plomo fabricadas en el año 2019 .....	41
Figura 3: Formato de Observación Directa, 2019 .....	45
Figura 4: Formato de Entrevistas No Estructuradas, 2019.....	47
Figura 5: Formato de Acta de Reunión para lluvia de ideas, 2019 .....	49
Figura 6: Diagrama de Ishikawa: Tipo 6M, 2019 .....	50
Figura 7: Formato DAP, 2019.....	52
Figura 8: Formato Estudio de Tiempos, 2019 .....	54
Figura 9: Checklist de evaluación de estandarización de procesos .....	55
Figura 10: Diagrama de Ishikawa .....	71
Figura 11: Diagrama del proceso productivo de fabricación de baterías .....	73
Figura 12: Cuello de Botella: Armado de Baterías .....	75
Figura 13: Diagrama de actividades de proceso inicial (DAP inicial) .....	76
Figura 14: Distribución de Planta Inicial .....	79
Figura 15: Gráfico de Checklist de Cumplimiento de Procesos.....	81
Figura 16: Distribución de Planta Propuesto.....	83
Figura 17: Cuello de Botella: Armado de Baterías – Antes de la mejora.....	84
Figura 18: Cuello de Botella: Armado de Baterías – Después de la mejora .....	85
Figura 19: Mapeo de Subproceso de Elaboración de Rejillas .....	87
Figura 20: Mapeo de subproceso de Elaboración de Masa Positiva y Negativa .....	89
Figura 21: Mapeo de subproceso de Elaboración de Placas Positiva y Negativa.....	91
Figura 22: Mapeo de subproceso de Elaboración de Tratamiento de Placa .....	93
Figura 23: Mapeo de subproceso de Elaboración Armado de Baterías.....	96
Figura 24: Registro de capacitación del personal.....	98
Figura 25: Diagrama de Actividades de Proceso posterior a la mejora (DAP final).....	100



## RESUMEN

La presente tesis realiza un análisis, diagnóstico y mejora de un proceso productivo en una empresa productora de baterías de ácido-plomo enfocado principalmente en el sector automotriz. El objetivo principal del presente estudio es implementar mejoras en el mencionado proceso productivo con el fin de incrementar su productividad, con lo que se busca que la empresa sea más competitiva en el mercado y brindará un mejor servicio a sus clientes.

Para tal fin, se analiza el proceso productivo de fabricación de baterías de ácido-plomo. Con ello, se realiza un levantamiento de información para la identificación de las oportunidades de mejora, seguido del análisis de causa-raíz del principal problema encontrado: la baja productividad; de modo que se optimiza mediante la aplicación de distintas herramientas de la Ingeniería Industrial aprendidas durante los años de carrera.

La recolección de datos se realizó mediante la observación directa, entrevistas al personal y una lluvia de ideas. Asimismo, el análisis de dichos datos se obtuvo gracias al diagrama de Ishikawa, diagramas de operación, análisis de desplazamientos, identificación de cuello de botella, estudio de tiempos, entre otros, bajo la metodología detallada en el marco teórico del presente.

Se proponen mejoras y se diseña un plan para su implementación: Una nueva distribución de planta, la estandarización del proceso productivo y la optimización de algunas actividades. Dichas mejoras impactaron positivamente en la organización, reduciendo el tiempo de ciclo en el subproceso del armado de batería en un 16.78% y reduciendo el tiempo estándar de la fabricación de una batería de ácido plomo en un 24.74%. Además, se realizó una propuesta de mejora que reduciría los tiempos de recorrido o desplazamientos en un 44.57%.

Con ello se logró incrementar la productividad del proceso de fabricación de baterías de ácido plomo en un 22.22%.

Por último, se hizo un análisis económico de las mejoras presentadas en un horizonte de 6 bimestres, siendo el bimestre cero en donde se implementan todas las mejoras. El proyecto es económicamente viable, ya que el VAN obtenido fue mayor a 0 y el TIR fue de un 52.03%, lo cual representa la rapidez con la que la empresa recuperará el dinero invertido.

**Palabras clave:** Estandarización, Proceso productivo, Productividad.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1. Realidad problemática

El Grupo de Estudio Internacional de Plomo y Zinc (ILZSG por sus siglas en inglés) muestra que el 80% del consumo total mundial de plomo va destinado a la producción de baterías de plomo-ácido (2019). Hoy en día, para que el mundo continúe moviéndose es necesario el uso de baterías de ácido-plomo; para dar energía a los carros, buses, camiones, motocicletas, vehículos eléctricos, entre otros. Más importante aún, son vitales para cuando falla la energía en cualquier entidad, ya que actúan como fuente de energía de respaldo (ILA, 2012). Cueva (2017), nos dice en su artículo que *“las baterías de ácido-plomo son las más utilizadas debido a su bajo precio, alta tasa de reciclaje y sus características acordes con las necesidades de vehículos que no hagan uso extensivo de la electricidad como fuente directa de energía para su propulsión, ya que su baja densidad de almacenamiento energética y gran peso la excluyen para ser usadas extensivamente por estas tecnologías.”*

El crecimiento de la demanda del parque automotor en el mundo, así como el uso de fuentes de energía renovable, al tiempo que los países enfrentan un desarrollo económico, indican que la demanda de estas baterías seguirá aumentando (OMS, 2017). Héctor Costello, miembro de la Organización Orbis Research, realizó el estudio titulado “Global Lead-Acid Battery Market Forecast (2019-2024) Report: By Regions, Type and Application with Sales and Revenue Analysis”, donde analiza la situación actual del mercado de baterías para pronosticar la situación de dicho mercado en los próximos 5 años. En el estudio afirma que la industria de baterías de ácido-plomo pasará de generar ventas de \$51200 millones de dólares en el mundo a \$71400 millones de dólares en 2024 (Reuters, 2019).

El proceso de fabricación de las baterías de ácido-plomo en el mundo está bastante automatizado, ya que en un 95% del proceso lo realiza la maquinaria, desde la extracción del

plomo hasta la carga final de la batería ya sellada. Sin embargo, países como España, han prohibido en su totalidad la extracción de plomo desde hace 2 décadas. *“Con el cierre de minas como la de Peñarroya en 1992, en Murcia, se puso fin a la explotación de este metal en el país, dejando tras de sí un grave problema de contaminación ambiental en lugares como la bahía de Portman. Y esto hace que la principal fuente de plomo para los productores españoles esté hoy en las propias baterías de los coches.”* (Álvarez, 2010). Partiendo de este ejemplo, se están tomando medidas para el reciclaje de estas baterías alrededor de todo el mundo, debido a que el plomo es un recurso no renovable y, a los altos índices de contaminación que se generan a raíz de la producción de estas. Es por ello por lo que se están creando plantas de reciclaje en distintos países o, en su defecto, existen muchas propuestas para implementarlas.

Como ejemplo, una de las empresas más grandes de producción de baterías de ácido-plomo en el mundo es Johnson Controls (empresa colombiana), la cual es protagonista en el mercado de baterías automotrices en América y el Caribe. La empresa exporta el 70% de su producción, es decir, alrededor de 4,5 millones de baterías al año a países como Perú, Chile, Bolivia, Venezuela, Paraguay, Ecuador y México, llegando a las Islas del Caribe y Estados Unidos. Tiene un amplio portafolio de marcas, tales como Baterías MAC, VARTA, TUDOR, CAPSA y ÓPTIMA (Revista Empresarial, 2018).

En el marco local, el Perú es el cuarto principal productor de plomo en el Mundo, después de China, Australia y Estados Unidos (USGS, 2016). Además, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) indica que la producción de baterías de plomo-ácido es el principal uso que se le da al plomo, abarcando el 62% del total extraído (2017). El plomo está dentro de los principales minerales exportados del Perú, posicionándose detrás del cobre, oro y zinc. En el Informe Mensual de Exportaciones del mes de octubre del 2017, se observa que se obtuvo ingresos de 835 millones de dólares sólo en ese mes, en exportaciones de plomo en sus distintas

concentraciones. (Servicios al Exportador, 2017). En el año 2016 se vendieron alrededor de 1,409,750 baterías de ácido-plomo sólo en el Perú (ETNA S.A., 2016). Y, con el pasar de los años, se ha observado un constante crecimiento, confirmando así que el Perú no es ajeno a los pronósticos que se llevan a cabo a nivel mundial.

La principal empresa en el Perú productora de dichas baterías es ETNA, que cuenta con el 40% del mercado a su favor. Tiene una producción mensual de 100 mil baterías, teniendo ingresos de 100 millones de soles al año (GALARZA, CÁCERES, LAU, 2016). Además, es quien acepta una batería usada como parte de pago por una nueva (Vivas, 2018). Parte de su producción se inicia con estas baterías, mas no en su totalidad. Esta es la única empresa automatizada en el país, el resto de las empresas productoras de baterías son semi automatizadas o trabajan únicamente a base de la mano de obra.

Dentro del 60% restante del mercado de baterías de plomo-ácido en el Perú se encuentra la empresa que será objeto de estudio en la presente investigación. Una empresa que lleva 20 años en el mercado, teniendo sus inicios en un taller, únicamente armando las baterías. Actualmente cuenta con una planta donde se fabrican las baterías desde la materia prima base: el plomo.

Esta empresa se encarga de la producción y venta de todo tipo de baterías para vehículos, desde los particulares hasta el transporte público como buses o aviones. Además, realizan el servicio de venta de productos en proceso (separadores, óxido de plomo, placas tratadas o sin tratar) para algunas empresas con las que cuenta con un acuerdo de confidencialidad. Sin embargo, mantener este tipo de empresas tiene su grado de complejidad, principalmente porque trabajan con metal (plomo) y ácido (ácido sulfúrico). Para trabajar con estos dos insumos es necesario cumplir con ciertas normativas que posee el Estado para la protección de los trabajadores y del medio ambiente. Además de ello, se debe ofrecer un

producto altamente seguro para los vehículos que transportan a las personas en su vida cotidiana. Para lograrlo, la empresa ha recorrido un largo camino.

Cabe resaltar, que el personal con el que cuenta esta empresa desconoce del beneficio de las herramientas y métodos de ingeniería. Por esta razón, con esta investigación se busca aplicarlas para obtener un impacto positivo en la producción.

Checa, P. (2014) manifiesta con su tesis (la cual abordaremos en los antecedentes) que haciendo uso de herramientas de ingeniería industrial logró incrementar la productividad de un proceso productivo en un 58.04% con su propuesta de mejora. Ese trabajo de investigación nos demuestra cómo, aplicando conocimientos adquiridos, es posible lograr un gran impacto en la empresa y cómo es importante que no prescindamos de ellos.

Teniendo como guía este ejemplo, se propone estudiar la situación actual del proceso de fabricación de baterías de ácido-plomo del Área de Producción de la empresa, para que se pueda planificar y organizar sus actividades de forma estratégica. Además, para justificar la problemática encontrada, se utiliza tres herramientas: La observación directa del proceso de fabricación mencionado, entrevistas no estructuradas con los trabajadores que intervienen y la lluvia de ideas con los directivos.

Asimismo, se realizó un diagrama de Ishikawa, diagrama de actividades de proceso (DAP), seguido de un estudio de tiempos que ayudarían a analizar la situación actual del proceso productivo. Teniendo toda esta información disponible es posible proponer e implementar mejoras en dicho proceso enfrentando las distintas causas que originan el problema encontrado: la baja productividad del proceso de fabricación de baterías de ácido-plomo de la empresa.

El Área de Producción de la empresa tiene la característica de trabajar bajo pedido, lo que ocasiona niveles muy bajos de stock de las baterías como producto final. Sin embargo, si

tienen stock de los productos en proceso (placas positivas y negativas cargadas, y separadores), lo que les permite ensamblar dichas baterías de ser requerido. Es importante mencionar también, que el proceso productivo no es continuo, sino estacional. Cada subproceso es independiente y puede realizarse una o dos veces a la semana. Por ello, la planificación de la producción es lo mejor que realiza esta Área.

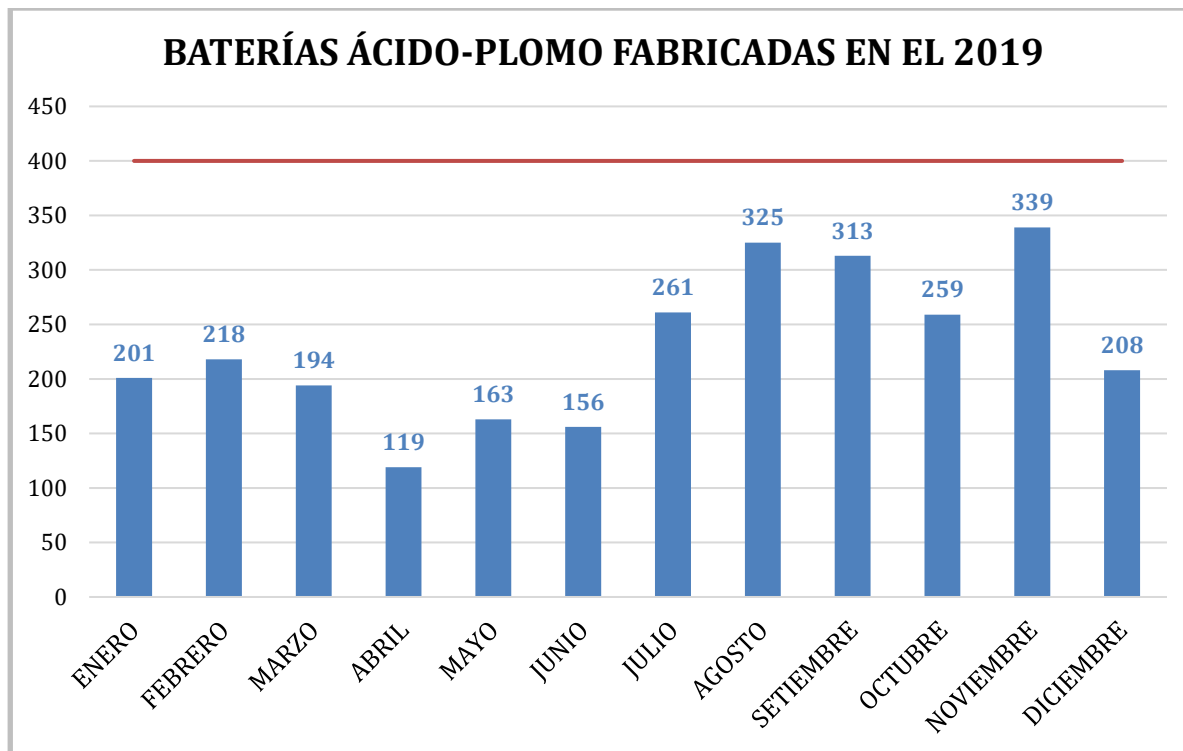
El proceso productivo de fabricación de baterías de ácido-plomo inicia con la recepción de la materia prima en el almacén y termina con el traslado de la batería de ácido-plomo a dicho almacén, donde espera para ser trasladada a la tienda de la empresa y su posterior despacho al cliente. Es importante mencionar que, hasta el año 2019, la empresa tenía una cartera de 29 modelos de baterías, las cuales son fabricadas a través de la misma línea productiva.

Asimismo, se conoce que la empresa debería producir 400 baterías al mes (dato proporcionado por el Supervisor de Planta en el año 2018); sin embargo, esto no sucede en la realidad. En la **Figura 1**, se contrastan dos grupos de datos. En el primer grupo se observa los niveles de producción de la empresa durante el año 2019; y la línea superior de color rojo representan las 400 baterías que tendría que producir la empresa mes a mes.

Que el nivel de producción no cumpla con los niveles esperados por los directivos es producto de la baja productividad que presenta el proceso de fabricación de las baterías de ácido-plomo. Por ello, se busca la aplicación de las herramientas de ingeniería en la empresa, para que, teniendo la capacidad de producir, pueda posicionarse como gran competencia de otras empresas del sector.

**Figura 1**

*Niveles de producción de la empresa 2019*



*Nota. Elaboración Propia*

## 2. Antecedentes

### 2.1. Internacional

**Carrillo, D. (2017)** en su tesis *“Propuesta de mejora de la productividad en la planta procesadora de lácteos El Tambo, mediante la medición del trabajo y estudio de métodos, validada con software SIMUL8”* se desarrolló una propuesta de mejora para la productividad de una empresa de derivados lácteos (queso, yogur, nata) utilizando como herramientas la medición de trabajo y el estudio de métodos haciendo una comparación con los métodos descritos en manuales de producción láctea. Se obtuvo lo siguiente: en la línea de fabricación de queso, una reducción del tiempo de ciclo de 1516.6 min a 228 min (84.94%); del yogur de 1585.9 min a 228 min (80.9%); y de nata de 391.2 min a 301 min (23.05%).



**Delgado, R. (2018)** en su tesis *“Optimización de la Línea de Producción de Bombones de la Planta Artesanal Don Eli a través de la Estandarización de las actividades de los procesos, con la metodología de tiempos y movimientos”* enuncia que la empresa tiene una línea de producción de bombones, cuyos sabores son colocados bajo pedido. La planta no contaba con un proceso de producción estandarizado ocasionando que el tiempo de producción sea variable y la calidad del producto varíe dentro de un mismo lote, por lo que se consideró necesario realizar un estudio de tiempos y movimientos. Así, se determinó el tiempo estándar por cada operación para una producción de 15 kg por lote, un tiempo de ciclo de 3.98 días y cuatrocientos setenta y un bombones diarios. Además, se analizó la distribución de la planta, se midieron las distancias que recorren los operarios, así como se estudiaron sus tareas, eliminando las tareas innecesarias y proponiendo una nueva distribución de planta. Se realizó una simulación, obteniendo un nuevo tiempo de ciclo de 3.98 días para una producción diaria de setecientos cuarenta bombones, 15 kg por lote. Finalmente, se realizó el análisis costo-beneficio de comprar una máquina refinadora para mejorar la calidad del bombón. Se concluyó que la inversión es recuperable en 1.72 años y las ventas se incrementarían en un 30%.

**Ramírez, C. (2016)** en su tesis *Estandarización de los procesos de fabricación de cervezas en planta piloto* informa que el objetivo principal de este trabajo es la definición y estandarización de un proceso de elaboración de cervezas lager y ale. El diseño del proceso cervecero se estableció a partir del análisis de los resultados obtenidos en la elaboración de 4 lotes distintos de cerveza, cada uno compuesto por cuatro baches. Durante la elaboración de los lotes de cerveza, se presentaron inconvenientes que impidieron una correcta fabricación. Los inconvenientes fueron analizados y para evaluar la estandarización de los productos se

construyeron cartas de control. Los resultados obtenidos durante el trabajo permitieron la definición de un procedimiento de elaboración de cervezas. El procedimiento presentado en esta memoria también podría ser aplicado al desarrollo de otros productos en la planta piloto como, por ejemplo, la fabricación de extractos, leches vegetales y colorantes de maltas especiales, debido a las similitudes entre sus procesos productivos.

**Tapia, F. (2016)** en su tesis *Mejora de la producción de cárnicos (chorizo ahumado), en la unidad productiva de la UTN aplicando el enfoque de procesos y de mejora continua* busca incrementar la producción de chorizo ahumado. El mejoramiento de la infraestructura generó una mejor distribución del espacio físico, ubicación correcta de equipos, facilidad en la movilización tanto de materia prima como de producto final, optimiza tiempos, mejoró estándares y se cumplió con normas requeridas. Se incrementó de 50 lb de chorizo a la semana equivalente a ciento noventa y ocho unidades al mes en un inicio, a 150 lb de chorizo con un total de treientos treinta unidades al mes, y además se espera que este incremento sea gradual hasta terminar el año. En términos de la producción sería 1,57 (kh/h), equivalente a 90,7 kg de producto en seis días, con esta implementación, la optimización de recursos y mejora en los procesos, se logró una producción de 5,95 (kg/h), con un total de 272 kg en cinco días, esto es un 73,6% de mejora.

**Yunga, C. (2012)** en su tesis *“Propuesta para mejoramiento de gestión en los procesos operativos de la Ferretería El Cisne”* presenta una problemática generada a raíz de que los procesos se están manejando de una manera inadecuada. Al inicio, recolectó datos e información mediante entrevistas personales con los trabajadores y la observación directa en los puestos de trabajo. Se propuso modificar el diseño actual de la planta, abriendo dos puertas

internas que disminuirán el tiempo de traslado y despacho. Asimismo, la creación de un manual de funciones para que cada trabajador tenga un adecuado manejo de las actividades; para esto, es importante que cada área cuente con políticas y procedimientos. Habiendo realizado una evaluación de costos, se observó que para implementar la mayor cantidad de propuestas no se necesita invertir una cantidad considerable de dinero, por lo que es viable.

## 2.2.Nacional

**Chang, A. (2016)** en su tesis *“Propuesta de Mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño”* busca dar respuesta a las pérdidas económicas por pedidos atendidos con retraso, pérdidas económicas por demanda insatisfecha y costos generados por tiempos ociosos. Tiene como objetivo principal conocer si la propuesta de mejora del proceso de producción de sandalias establecida incrementará la productividad. Los planes de mejora propuestos son: Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de tiempos ociosos, balance de línea de producción, distribución de planta, entre otros. Los resultados indican un aumento de productividad tales como productividad de máquina y productividad de mano de obra además de un significativo aumento de la capacidad utilizada de planta a 47% de su capacidad total incrementando el volumen de producción para satisfacer la demanda que la empresa está dejando desatender. Finalmente, a través del análisis económico se determinó que la propuesta de mejora es rentable con una tasa interna de retorno del 22% utilizando una tasa de referencia del 12%.

**Checa, P. (2014)**, en su tesis *“Propuesta de Mejora en el Proceso Productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa Confecciones SOL”* utilizó herramientas de ingeniería para lograr su objetivo, el cual era implementar dicha

propuesta de mejora mencionada en su título de investigación. Para la recolección de datos, utilizados en el diagnóstico inicial de la empresa, se aplicó técnicas de observación directa, entrevistas y se consultó distintas fuentes de información. Asimismo, para tener datos más exactos se elaboró la caracterización de procesos, con ayuda de herramientas como diagramas de proceso, diagramas de recorrido, diagramas de Ishikawa y diagramas de Pareto, entre otros. Con todas estas herramientas se encontró fallas e irregularidades en el proceso. Esto le permitió aplicar estudio de tiempos y métodos de trabajo, gestión de almacén y distribución de planta. Los resultados que obtuvo luego de implementar su propuesta fueron: incremento de la productividad de línea de polos básicos a 90.68% y la contratación de cuatro operarios que optimizaron parte importante del proceso. Así, se obtuvo un incremento de la productividad del proceso productivo de un 58.04%.

**Fernández, A. y Ramírez, L. (2017)** en su tesis *“Propuesta de un Plan de Mejoras, basado en Gestión por Procesos, para incrementar la Productividad en la empresa Distribuciones A & B”* realizaron una investigación enfocada en la elaboración de un modelo de gestión por procesos. La empresa está dedicada a la producción de agua de mesa embotellada en bidones con capacidad de 20 litros y cuenta con pocos años dedicándose a este rublo. El objetivo principal de su investigación fue elaborar la propuesta de un plan de mejoras basado en gestión por procesos para incrementar la productividad. Esto se realiza utilizando el mapa de proceso de la empresa, los diagramas de flujo, y los diagramas causa efecto correspondiente a los procesos de la empresa. El principal resultado de esta investigación es que la empresa incrementa su productividad en un 22.18%, reduce el desperdicio de agua en el lavado de bidones, elimina un puesto de trabajo que no genera valor y la empresa tiene un ciclo de mejora continua anual para una constante evaluación y desempeño de los procesos.

**Ganoza, R. (2018)** en su tesis *“Aplicación de la Ingeniería de Métodos para incrementar la Productividad en el Área de Empaque de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú”* exhibe la necesidad de implementar mejoras en el proceso de empaque de palta con el propósito de incrementar la productividad en la empresa, mediante la aplicación de la ingeniería de métodos. Se realizó un diagnóstico inicial del sistema de producción y se analizó el problema de la baja productividad en el área de empaque utilizando el Diagrama de Ishikawa, encontrando las siguientes causas: Falta de estandarización de métodos de trabajo (22.7%), alto índice de rotura de stock (19.9%), falta de actualización de procedimientos (19.1%), falta de incentivos (18.4%), otros (19.9%). Por ello, se plantearon e implementaron las siguientes mejoras de acuerdo con las causas raíz encontradas: guías de procedimiento, para reducir la variabilidad en la forma de realizar el trabajo, estudio de los métodos de paletizado y enfriamiento, entre otros. Finalmente se logró incrementar la productividad de 89.5 a 123 kg/H-Op, sobrepasando la meta propuesta en la matriz de indicadores. La productividad se incrementó en un 37.5% y se ahorró en costo de mano de obra 0.02 soles por kg de producto terminado.

**Vásquez, E. (2017)** en su tesis *“Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos”* manifiesta que el presente estudio expone la aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en una empresa de confección sartorial, ya que se logra pasar de una situación sin control a una situación en la cual se controlan los métodos de confección; pues, los sastres se adaptan al método estandarizado para realizar las actividades del proceso, se deja constancia de ello en el diagrama de operaciones, diagrama de flujo y diagrama de recorrido. Mediante el diseño de

métodos se identifican ciento treinta y siete actividades que conforman el proceso, y con fundamento en el marco teórico, se aplica el procedimiento para la ejecución del estudio de tiempos con el cual se logra descomponer las actividades en elementos, se realiza el cronometraje de los elementos y luego de un cálculo y procesamiento de los datos se obtiene un tiempo estándar de 306.86 minutos. A partir del tiempo estándar, se determina que la capacidad disponible de producción es de ciento veintidós sacos por mes, además según registros de producción real, la eficacia es de 88% y la eficiencia del proceso es de 80%, durante el primer cuatrimestre del presente año. Finalmente se concluye que la productividad en la empresa de confección Sartorial del estudio se mejora en un 27% y con ello la producción en un 21% con respecto al año anterior.

### **3. Bases teóricas**

#### **3.1. Mejora de Proceso**

Según Norberto Figuerola (s/f), la mejora de procesos es esencial para los negocios en un clima de alta competencia, rivalidad del mercado y una economía globalizada. La identificación de los procesos en el negocio que pueden ser mejorados, obteniendo un entendimiento de los procesos eficientes y eficaces, ayuda a la organización a crecer y expandirse. El primer paso en la corrección de los problemas es la identificación de los procesos que pueden ser mejorados para ser más productivos y eficientes. Hoy en día estas actividades y especialidades son muy requeridas en el mercado laboral para todo tipo de industrias.

### ***¿Cuáles son los pasos para la mejora de procesos?***

Para mejorar un proceso hay que aplicar el ciclo de mejora continua de Deming PDCA de cuatro pasos, basada en un concepto de Walter Shewhart. Las siglas, PDCA son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).

#### ***a) 1ª Fase: Planificar***

Donde se determina la misión del proceso, donde debe quedar claro la comprensión del valor agregado. Asimismo, entender que los requisitos del cliente son prioridad para la calidad del producto. Por otro lado, definir indicadores que permitan la toma de decisiones. Así, los datos tomados deberán reflejar la situación de la empresa y la coherencia con las especificaciones de los clientes. Con ese diagnóstico se proponen mejoras y se asigna un responsable a cada una de ellas, quien se encargará de realizar un plan detallado para la implementación de estas.

#### ***b) 2ª Fase: Ejecutar***

En esta fase, se implementan los planes de mejora, detallando el paso a paso ejecutado.

#### ***c) 3ª Fase: Comprobar***

Evaluación neta de los resultados obtenidos, siempre buscando las causas ya sea del éxito o del fracaso.

#### ***d) 4ª Fase: Actuar***

Comparar los resultados de los indicadores con los resultados del diagnóstico inicial, para verificar que cada mejora obtiene los resultados esperados. Si se obtuvo un caso de éxito, se busca estandarizar y mantener las condiciones. Caso contrario, se deberá evaluar las causas del fracaso e iniciar un nuevo ciclo, retornando a la fase de planificación, fijando nuevos objetivos y planes.

Por otro lado, el Ministerio de Fomento, en un curso brindado en el año 2005, indica que las acciones de mejora son todas aquellas orientadas a modificar la forma en la que se desarrolla un proceso. Esto se debe evidenciar en los indicadores de dicho proceso y, mediante ideas creativas, imaginación y sentido crítico. Dentro de esta categoría entran, por ejemplo:

- Simplificar y eliminar burocracia (ágil y simple, solo pedir autorizaciones necesarias)
- Normalizar la forma correcta de realizar las actividades
- Optimizar el uso de todos los recursos que forman parte del proceso
- Reducir el tiempo de ciclo (encontrando el cuello de botella)
- Análisis de las actividades que agregan o no valor
- Alianzas u acuerdos con proveedores, distribuidores, clientes, etc.

### 3.2.Productividad

Según García, R. (2005), productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. En nuestro caso, como ingenieros industriales, el objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo, a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas, elementos sobre los cuales debemos enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual y reducir los costos de producción.

Además, si partimos de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente, existen tres formas de incrementarlos:

- Aumentar el *producto* y mantener el mismo *insumo*.
- Reducir el *insumo* y mantener el mismo *producto*.
- Aumentar el *producto* y reducir el *insumo* simultánea y proporcionalmente.



La productividad no es medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables. Por lo tanto, la productividad puede ser medida según:

$$1^{\circ} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Insumos}} \qquad 2^{\circ} = \frac{\textit{Resultados logrados}}{\textit{Resultados empleados}}$$

El Organismo Internacional del trabajo (2016) complementa la información antes revelada, determinando los factores internos y externos de la productividad.

Los factores internos de la productividad son aquellos sobre los que se tiene control, como la mercadería, la calidad del producto, el precio, los equipos, las materias primas, el uso de la energía, las competencias y la motivación de los trabajadores, el almacenamiento, la organización, etc.

Los factores externos de la productividad son aquellos que están fuera del control de la empresa, los cuales incluyen el acceso a la infraestructura, el clima, la situación del mercado, los impuestos, etc. Si éstos tienen un grave efecto negativo, el propietario de la empresa puede considerar reubicarse o cambiar la naturaleza del negocio.

Finalmente, la OIT (2016) nos deja un detalle muy importante: *“En las pequeñas empresas, la mano de obra es uno de los factores más importantes que influyen en la productividad. La productividad aumenta cuando los empleados son competentes, trabajan con ahínco y realizan su trabajo de forma eficaz.”*

### **3.3.Eficiencia y Eficacia**

Según Fernandez-Ríos y Sánchez (1997), citados en Rojas, Jaimes y Valencia (2018), eficiencia es la capacidad de un proceso para lograr el cumplimiento de un objetivo

determinado, minimizando el empleo de recursos. Ellos también mencionan, por otro lado, que la eficacia es la capacidad de lograr el objetivo.

A continuación, se observa una tabla comparativa de ambos, siendo su principal diferencia que la eficacia se centra en el logro de los resultados, mientras que la eficiencia en la utilización de los recursos.

**Tabla 1**

*Comparación entre eficiencia y eficacia*

<b>EFICIENCIA</b>	<b>EFICACIA</b>
Énfasis en los medios	Énfasis en los resultados
Hacer las cosas de manera correcta	Hacer las cosas correctas
Resolver problemas	Alcanzar objetivos
Salvaguardar los recursos	Optimizar la utilización de los recursos
Cumplir tareas y obligaciones	Obtener resultados

*Nota.* Adaptado de Fernandez-Rios y Sánchez (1997), citados en Rojas, Jaimes y Valencia (2018). Revista Espacios (<http://www.revistaespacios.com/a18v39n06/a18v39n06p11.pdf>).

### **3.4. Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)**






García, R. (2005) nos dice que esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándose mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

También nos dice que, con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías. En la tabla 2, se observa el significado de cada una de ellas.

Para realizar un diagrama de actividades del proceso es necesario conocer el proceso productivo en su totalidad y a profundidad. A veces es necesario incluso realizar observaciones y entrevistas con cada trabajador para notar los detalles y registrarlos. De esa forma, este diagrama podría convertirse en el punto de partida para propuestas de mejora.

**Tabla 2**

*Símbolos de la Norma ASME para elaborar diagramas de flujo*

SÍMBOLO	REPRESENTA
	<i>Operación.</i> Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	<i>Inspección.</i> Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo
	<i>Desplazamiento o transporte.</i> Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.
	<i>Depósito provisional o espera.</i> Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	<i>Almacenamiento permanente.</i> Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo, o de un objeto cualquiera en un almacén.

*Nota.* Adaptado de s/n (s/f). Biblio3 ([http://biblio3.url.edu.gt/publiclg/biblio\\_sin\\_paredes/fac\\_economicas/2016/orga\\_empr/cap/07.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/publiclg/biblio_sin_paredes/fac_economicas/2016/orga_empr/cap/07.pdf))

Adicionalmente, con las actividades del proceso clasificadas en las cinco categorías mostradas, se obtiene el porcentaje de actividades que agregan valor al producto y las que no. Estas últimas son las que generan las oportunidades de mejora y las que serán el objetivo de la presente tesis.

Existen muchos formatos para elaborar y graficar este tipo de diagramas, en la Tabla 3 se visualiza uno de ellos.

**Tabla 3**

*Ejemplo formato DAP*

UBICACIÓN	ACTIVIDAD		MÉTODO ACTUAL			
ACTIVIDAD	PRODUCCIÓN DE VIDRIO TEMPLADO Y LAMINADO	OPERACIÓN	● 8			
		TRANSPORTE	➔ 8			
FECHA		DEMORA	◐ 1			
OPERADOR	ANALISTA	INSPECCIÓN	■ 3			
COMENTARIOS:		ALMACÉN	▼ 2			
	TIEMPO (MIN)		100			
	DISTANCIA (MTS)		25.5			
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLOS				TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
	●	➔	◐	■		
PEDIDO AL ALMACÉN (ABRIR CAJA DE VIDRIO)				●	5	
ESPERA DEL PEDIDO			●		1	
INSPECCIÓN			●		10	
TRASLADO DEL MATERIAL (HABILITAR)	●				20	
CORTE	●				5	
INSPECCIÓN			●			2
TRASLADO DEL MATERIAL	●				1	
LAVADO	●				1	
PULIDO	●					5
TRASLADO DEL MATERIAL	●				3	
SERIGRAFIADO	●					10
TRASLADO DEL MATERIAL	●				2	
LAMINADO	●					2
TRASLADO DEL MATERIAL	●				20	
PRE LAMINADO	●					0.5
TRASLADO DEL MATERIAL	●				30	
HORNO DE LAMINADO	●					3
TRASLADO DEL MATERIAL	●				1	
INSPECCIÓN			●			
ETIQUETAR	●				1	
TRASLADO DEL MATERIAL	●					3

*Nota.* Adaptado de Velásquez (2016). Research Gate ([https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-DAP-actual-de-la-linea-de-produccion-de-vidrio-laminado\\_fig3\\_311891450](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-DAP-actual-de-la-linea-de-produccion-de-vidrio-laminado_fig3_311891450))

### 3.5. Estudio de tiempos

López (2001) define al Estudio de tiempos como aquella herramienta que establece un tiempo estándar para determinar una tarea determinada, considerando la fatiga, demoras personales y retrasos inevitables. También detalla que hay dos métodos para realizar el estudio:

- En el método continuo, se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio.
- En el método de regresos a cero, el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato.

El procedimiento por seguir es el siguiente:

- a) Descomponer la actividad en elementos y delimitarlos, es decir, se debe definir un punto de inicio y un punto final, para incluso medir lo que se demora la actividad en este lapso.
- b) Calcular el tamaño de muestra y número de ciclos recomendados, para lo cual se toma una muestra preliminar de acuerdo con la duración de la actividad y se consulta la tabla adoptada por General Electric, la cual se ha utilizado como una guía convencional para determinar el número de ciclos (ver tabla 4).
- c) Realizar la medición de las actividades del proceso.
- d) Calcular los tiempos normales, para lo cual se multiplica el tiempo observado por el factor de valoración que hace referencia a la comparación del ritmo de trabajo del operario contra la idea de ritmo normal que puede ser alcanzado por la mayoría de los trabajadores calificados. Para esto utilizar la tabla brindada por Westinghouse para la calificación del trabajador observado (ver tabla 5).

**Tabla 4**

*Observaciones para realizar según General Electric*

TIEMPO DEL CICLO (min)	OBSERVACIONES A REALIZAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 A 5.00	15
5.00 A 10.00	10
10.00 A 20.00	8
20.00 A 40.00	5
MÁS DE 40.00	3

*Nota.* Adaptado de Jimenez (2012). Blogspot (<http://ingpaolatiempos.blogspot.com/2011/04/3ra-clase-metodos.html>)

**Tabla 5**

*Valoración del trabajador según Westinghouse*

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

*Nota.* Adaptado de s/n (2016). Blogspot (<http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>)

**Tabla 6**

*Suplementos para el estudio de tiempos según OIT*

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER			
a) Trabajo de pie			16		0
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	14		0
Trabajo se realiza de pie	2	4	12		0
b) Postura normal			10		3
Ligeramente incómoda	0	1	8		10
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3	6		21
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	5		31
			4		45
			3		64
			2		100
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2,5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	g) Ruido		
10	3	4	Sonido continuo	0	0
12,5	4	6	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
15	5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
17,5	7	10	Sonidos estridentes	7	7
20	9	13	h) Tensión mental		
22,5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida	4	4
30	17		Proceso muy complejo	8	8
33,5	22		i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

*Nota.* Adaptado de Salazar (2019). Ingeniería Industrial Online

(<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>)

- e) Definir los suplementos. Elementos que hacen referencia al tiempo que se concede a un operario para recuperar la fatiga, debido a las condiciones que tiene el puesto de trabajo y para atender sus necesidades personales. Estos suplementos deben adicionarse al tiempo normal, para la obtención del tiempo estándar del elemento evaluado (ver tabla 6).
- f) Determinar el tiempo estándar, elemento que se calcula sumando el tiempo normal con los suplementos, de esa forma encontramos el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo su actividad de trabajo en las condiciones del entorno en el cual realiza su labor. El tiempo estándar es el resultado final del estudio del trabajo.

### **3.6. Distribución en planta por producto**

Según Wolters Kluwer (s/f) la distribución en planta por producto es aquella que se emplea cuando se trata de fabricar un reducido número de productos diferentes, altamente estandarizados. El flujo de trabajo en este tipo de distribución puede adoptar distintas formas, dependiendo de cuál se adapte mejor a cada situación, siendo las más habituales: en línea, en L, en U, en O, en S. Lo que se busca, es que cada producto tenga su propio flujo y siga su línea de producción, de inicio a fin.

### **3.7. Distribución en Planta por proceso**

La distribución en planta por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes. El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área. En ellas, los distintos ítems tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención.



La variedad de productos fabricados supondrá, por regla general, diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres. A esta dificultad hay que añadir la generada por las variaciones de la producción a lo largo del tiempo que pueden suponer modificaciones (incluso de una semana a otra) tanto en las cantidades fabricadas como en los propios productos elaborados. Esto hace indispensable la adopción de distribuciones flexibles, con especial hincapié en la flexibilidad de los equipos utilizados para el transporte y manejo de materiales de unas áreas de trabajo a otras.

### **3.8. Cuello de Botella**

Según la UPN (2016), se denomina así a aquellas actividades que disminuyen el proceso de producción, incrementando los tiempos de espera y reduciendo la productividad, lo cual genera un aumento en el costo final del producto. Para evitarlo, las empresas deben identificar cuáles son las principales causas que las generan. Los principales motivos que generan un cuello de botella son:

- Falta de materiales: Un proceso de producción requiere de insumos y máquinas que estén en buenas condiciones. Es necesario que se lleve a cabo el inventario correcto para reconocer qué implementos presentan fallas con el fin de evitar que el proceso se retrase y con ello aumente el costo.
- Personal mal preparado: Contar con un personal idóneo y preparado hará que el proceso de producción avance de manera compacta. Tener un trabajador que no conoce el proceso o es ineficiente puede causar pérdidas económicas en la empresa e incluso humanas.
- Falta de almacenes: Las empresas tienen problemas para dejar los productos que fabrican por falta de espacio. Para evitarlo, se recomienda instalar almacenes

intermedios entre aquellos procesos donde se puede producir un cuello de botella con el fin de que el material no se pierda y cause a su vez pérdidas económicas.

- Desinterés administrativo: Las gerentes y jefes de la empresa deben estar al tanto de todo el proceso de producción y de las posibles fallas que puedan generarse con el fin de mitigar los daños. Si éstos no muestran interés, difícilmente se podrá cumplir con los tiempos establecidos, perdiendo dinero y sobre todo el prestigio ganado.

### **3.9. Estandarización de procesos**

Según Morales (s/f), la estandarización de procesos es una actividad metodológica, selectiva y aplicable a procesos recurrentes, buscando que un proceso se comporte de forma estable bajo las mismas condiciones; así como, que se obtengan productos y servicios homogéneos y de bajo costo.

Es importante resaltar que la estandarización se debe llevar a cabo acorde con las necesidades de la empresa. Si la empresa es pequeña, se recomienda un estándar básico, gráfico y sencillo, para que se mantenga actualizado en el tiempo; caso contrario, sería complejo y detallado, pero ajeno a la realidad.

Para que la estandarización sea efectiva se necesita que el estándar represente la forma más fácil, óptima y segura de realizar una tarea, actividad o proceso. Además, el personal debe recibir capacitación en él.

Según Martínez (2013), existen cinco puntos clave al estandarizar:

- Condiciones de trabajo,
- Materiales y equipos,
- Métodos,
- Procedimientos,
- Conocimientos y Habilidades.

#### 4. Formulación del Problema

En primera instancia, se determinó que la necesidad de incrementar la productividad en el proceso de producción nace a partir de lo siguiente:

Los directivos tienen como meta la producción de quinientas baterías de ácido-plomo de forma mensual, lo cual no se ha cumplido en los últimos años; la empresa no cuenta con indicadores de ningún tipo, únicamente producen en función a las órdenes de compra enviadas por sus clientes; no están interesados en optimizar sus procesos, al llevar más de veinte años en el mercado, han alcanzado cierta comodidad y conformidad con la forma en que realizan su trabajo, por ende, los trabajadores se resisten al cambio; por no mencionar que los trabajadores no se dan abasto para toda la producción requerida, teniendo que quedarse en algunas oportunidades horas extras para cumplir con sus pedidos. Finalmente, pero no menos importante, un hecho que salta a la vista es que los trabajadores comienzan a presentar molestias en el cuerpo y no miden el riesgo que representa trabajar directamente con plomo y ácido sulfúrico durante toda su jornada laboral.

Por todo ello, en la presente investigación, se busca responder a la siguiente interrogante:

**¿En qué medida las mejoras en el proceso productivo incrementarán la productividad de una empresa productora de baterías de ácido plomo en la ciudad de Lima, 2019?**

## **5. Objetivos**

### **5.1. Objetivo general**

Implementar mejoras en el proceso productivo de baterías de ácido-plomo para incrementar su productividad en una empresa productora de dichas baterías en la ciudad de Lima, 2019

### **5.2. Objetivos específicos**

- Elaborar un diagnóstico de la empresa para encontrar los principales problemas que perjudican la productividad en el proceso productivo de baterías de ácido-plomo.
- Elaborar un plan de mejora en el proceso de producción de la empresa para incrementar la productividad del proceso de fabricación de las baterías de ácido-plomo.
- Medir con indicadores de productividad antes y después de la implementación de las mejoras en el proceso productivo de las baterías de ácido-plomo, para evaluar su impacto.
- Evaluar la viabilidad económica de las mejoras implementadas en la empresa.

## **6. Hipótesis**

### **6.1. Hipótesis General**

La implementación de mejoras del proceso productivo incrementará la productividad de una empresa productora de baterías de ácido plomo en la ciudad de Lima, 2019.

### **6.2. Hipótesis Específicos**

- El diagnóstico nos indica cuales son los puntos críticos para mejorar en la empresa.
- El plan de mejora incrementa la productividad del proceso productivo de baterías de ácido-plomo de la empresa.
- Los indicadores demuestran la optimización de la producción gracias a la implementación de las mejoras en la empresa.

- Es viable económicamente la implementación de las mejoras en el proceso productivo de baterías de ácido-plomo de la empresa.

## CAPITULO II. METODOLOGÍA

### 1. Tipo de Investigación

Castillero, O. (s/f) comenta que investigar significa llevar a cabo diferentes acciones, obteniendo y aplicando nuevos conocimientos, con el fin de descubrir algo o resolver una situación de interés. Además, manifiesta que para que dicha investigación sea científica debe realizarse de forma sistemática, con objetivos claros y que inicia con aspectos que pueden ser comprobados y replicados. Para ello, existen diferentes tipos de investigación y es importante conocer a cuál pertenece la presente investigación.

**Según el objetivo planteado**, este trabajo es una investigación **aplicada**. Jiménez, R. (1998) define la investigación aplicada como aquella donde se generan resultados que pueden ejecutarse. Asimismo, enfatiza que la labor del investigador no termina con el informe de sus resultados, sino con la búsqueda de vías de introducción de estos en la práctica. El objetivo de la investigación nos obliga a aplicar conocimientos adquiridos, así como demostrar la factibilidad de las mejoras a través de ellos, aplicándolas en la empresa que es objeto de estudio.

**Según el grado de manipulación de las variables**, esta investigación es **cuasiexperimental**. Castillero, O. (s/f) observa que en este tipo de investigación se pretende trabajar con una o varias variables concretas; sin embargo, no se posee un control total sobre todas las variables. En esta investigación no será posible implementar cada una de las mejoras, por lo que no se tiene un control total del objeto de estudio.

**Según el tipo de inferencia**, el **método hipotético deductivo** posee el procedimiento que sigue la presente investigación. El diccionario de Psicología Científica y Filosófica (2019) indica se deben cumplir los siguientes pasos: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más

elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

## **2. Población y Muestra**

### **2.1.Población**

Según Icart, Fuentelsa y Pulpón (2006), la población “es el conjunto de individuos que tienen ciertas características o propiedades que son las que se desea estudiar. Cuando se conoce el número de individuos que la componen, se habla de población finita”. La población puede ser estudiada, medida y cuantificada, y debe delimitarse claramente en torno a sus características de contenido, lugar y tiempo.

Por lo antes mencionado, la población para el presente trabajo de investigación es finita, ya que representa todo el catálogo de baterías de ácido-plomo que produce la empresa. La empresa cuenta con veintinueve modelos de baterías que ofrece a sus clientes, las cuales se fabrican en una misma línea de producción, la única que posee la empresa. Para delimitar en tiempo la población, se tomará únicamente las baterías producidas durante el año 2019, es decir, 2756 baterías de ácido plomo.

### **2.2.Muestra**

Se realiza un muestreo no probabilístico con selección directa, ya que, como menciona Ruiz (2012), en este tipo de muestreo el investigador selecciona el objeto de estudio siguiendo un criterio estratégico personal: los más accesibles, voluntarios o representativos.

Para determinar cuál sería el tipo de batería que sería la muestra de la presente tesis, se realizó una evaluación en función a la que más se produce.

Según González (s/f.), la Ley de Pareto establece que el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados. Sin embargo, esta ley no siempre se cumple con exactitud. A veces es un

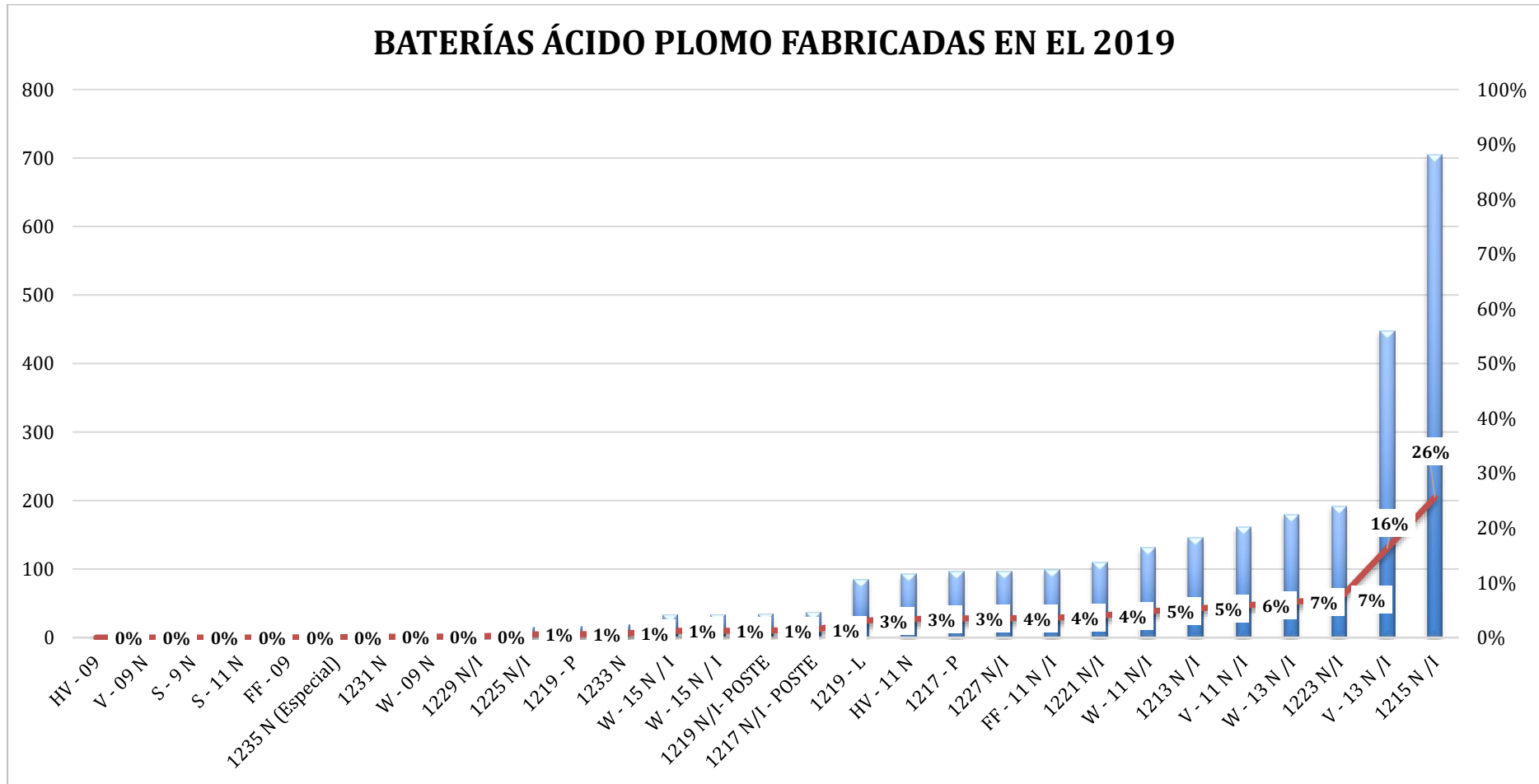
70/30 o un 75/25, va a depender de cada caso particular. Lo que es importante entender, es que hay un “poco” que representa un “mucho”.

Como se observa en la **Figura 2**, el 26% de lo producido corresponde a la batería de ácido-plomo modelo 1215, ya sea de tipo normal o invertida. Así, de acuerdo con la Ley de Pareto, se determinó el modelo de batería a estudiar sería esta, ya que se busca obtener el mayor impacto posible en el proceso de fabricación de baterías de ácido-plomo. Para el análisis del problema encontrado, se tomarán cinco lotes de producción observados durante el mes de mayo del año 2019. Cada lote está formado por veinte baterías.



**Figura 2**

*Baterías ácido-plomo fabricadas en el año 2019*



Nota. Elaboración Propia

### 3. Operacionalización de Variables

#### 3.1. Variable Independiente:

Es aquella variable que es manipulada y controlada por los investigadores para probar una hipótesis. Se llama así porque sus valores no se van a ver alterados por el resto de las variables.

**Tabla 7**

*Variable independiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN	CATEGORÍAS O DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA
Mejora en el proceso productivo	Según ISOTOOLS (2018), una mejora es aquella acción que modifica la manera en que se está desarrollando un proceso, por ende, se deben reflejar en los indicadores del proceso.	Procedimiento en el que través de aportaciones creativas, imaginación, sentido crítico e investigación, se puede mejorar un proceso productivo.	Diagrama de proceso	% actividades productivas	$\frac{N^{\circ} \text{ actividades productivas}}{N^{\circ} \text{ total de actividades}}$
			Tiempo estándar	% tiempo ocioso	$\frac{\text{Tiempo perdido}}{\text{Tiempo total}}$
			Métodos de trabajo	% demoras	$\frac{N^{\circ} \text{ demoras}}{N^{\circ} \text{ total de actividades}}$

*Nota. Elaboración Propia*

### 3.2.Variable Dependiente:

Se trata de la variable que se mide con el fin de interpretar los resultados. Dicho de otra manera, es lo que se está observando para ver si cambia, o cómo cambia, si se dan ciertas condiciones planteadas por los investigadores al controlar la variable independiente.

**Tabla 8**

*Variable dependiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN	CATEGORÍAS O DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA DEL INDICADOR
Productividad	Según Lee Krajewski (2008), la productividad es el valor de los productos (bienes y servicios), dividido entre los valores de los recursos (salarios, costo de equipo y similares) que se han usado como insumos.	Es el resultado de dividir las entradas entre las salidas, ya sea en unidades o en valor monetario.	EFICACIA	% productos realizados en relación con los estimados	$\frac{\text{Productos Obtenido}}{\text{Productos Esperado}} * 100$
			EFICIENCIA	% productos realizados con relación al costo y al tiempo	$\frac{\text{Productos Obtenidos}}{\text{Costo Obtenido}} * T. invertido$ $\frac{\text{Productos Esperado}}{\text{Costo Estimado}} * T. Estimado$

*Nota.* Elaboración Propia

## 4. Técnicas, Instrumentos y Materiales

### 4.1. De la recolección de datos

#### 4.1.1. Observación Directa

Martínez, C. (2017) define a la observación directa como un método de recolección donde se observa al objeto de estudio dentro de una situación particular, sin intervenir ni alterar el ambiente en que se desenvuelve; caso contrario, los datos obtenidos no tendrán validez. También, es recomendable recurrir a este método cuando lo que se desea evaluar es el comportamiento por un periodo de tiempo continuo. Se puede proceder de dos maneras: de forma encubierta (cuando el objeto no sabe que está siendo observado) o de forma manifiesta (cuando el objeto es consciente de estar siendo observado).

Para el presente trabajo de investigación, esta herramienta tiene como objetivo el **conocimiento en la etapa de familiarización con el proceso productivo de la empresa**, y, en general, siendo de gran ayuda para **obtener información** del Área de Producción. En la Figura 3 se puede observar el formato utilizado para la obtención de datos.

#### 4.1.2. Entrevistas

Rodríguez, A. (2018) explica que la entrevista es un instrumento a través del cual se obtiene información concreta, mediante una serie de preguntas a otras personas. Su forma dependerá de la función que cumpla dicha entrevista: puede ser estructurada y semiestructurada.

La primera tiene un formato muy controlado; el entrevistador viene preparado con una lista de preguntas para resolver, con un guion de secuencia y el énfasis de cada pregunta. Además, el entrevistador controla estrictamente el ritmo y la persona entrevistada sabe que no debe explayarse, solo enfocarse en responder la pregunta.

### Figura 3

*Formato de Observación Directa, 2019*

OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO	
Nombre:	
Fecha:	
Hora Inicio:	
Hora Fin:	
Proceso / Puesto de Trabajo:	
(Espacio para apuntes)	

*Nota.* Elaboración Propia

La segunda tiene un formato flexible. También se cuenta con una lista de preguntas; a pesar de ello no hay un programa estricto. Puede haber nuevas interrogantes durante la entrevista, sin desviar el tema. A menudo, el entrevistado desempeña un papel importante en el control del ritmo de la entrevista, ya que puede explayarse en sus respuestas. Existe un tercer tipo de entrevista: las no estructuradas. “La entrevista no estructurada o libre es aquella en la que se trabaja con preguntas abiertas, sin un orden preestablecido, adquiriendo características de conversación. [...] en este tipo de reunión el entrevistador solo tiene una idea aproximada de lo que se va a preguntar y va improvisando las cuestiones dependiendo del tipo y las características de las respuestas. Además, el énfasis se pone más en el análisis de las impresiones que en el de los hechos” (s/n, s/f).

La entrevista no estructurada fue realizada a todos los trabajadores del Área de Producción de la empresa, excluyendo al Supervisor de Planta, de forma que cada uno se exprese sin límites, permitiendo el conocimiento incluso de los detalles de la problemática de la empresa.

## Figura 4

*Formato de Entrevistas No Estructuradas, 2019*

ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADAS	
Nombre:	
Fecha:	
Hora Inicio - Fin:	
Puesto de Trabajo:	
Nombre del Trabajador	
PREGUNTA 01	
PREGUNTA 02	
PREGUNTA 03	
PREGUNTA 04	
PREGUNTA 05	
PREGUNTA 06	
Notas:	

*Nota.* Elaboración Propia

### **4.1.3. Lluvia de Ideas**

Según Winter (2007) esta herramienta es bastante empleada en los trabajos que requieren coordinaciones grupales. Se basa en generar y clarificar una lista de ideas, donde una de estas da lugar a otra y a otra, hasta que el equipo o grupo consiga la suficiente información para pasar a la siguiente fase.

Para la presente investigación, se aplica con la finalidad de contrastar la información obtenida de la observación directa y las entrevistas no estructuradas, con los problemas y oportunidades de mejora que encuentran los directivos de la empresa (el supervisor de planta y el gerente general de la empresa).



## Figura 5

*Formato de Acta de Reunión para lluvia de ideas, 2019*

ACTA DE REUNIÓN: PROBLEMÁTICA DEL PROCESO PRODUCTIVO	
Fecha:	
Hora Inicio - Fin:	
Asistentes a la Reunión:	
(NOMBRE Y DNI)	
Problemática encontrada:	
(detallar con viñetas)	
Notas:	
FIRMAS	

*Nota.* Elaboración Propia

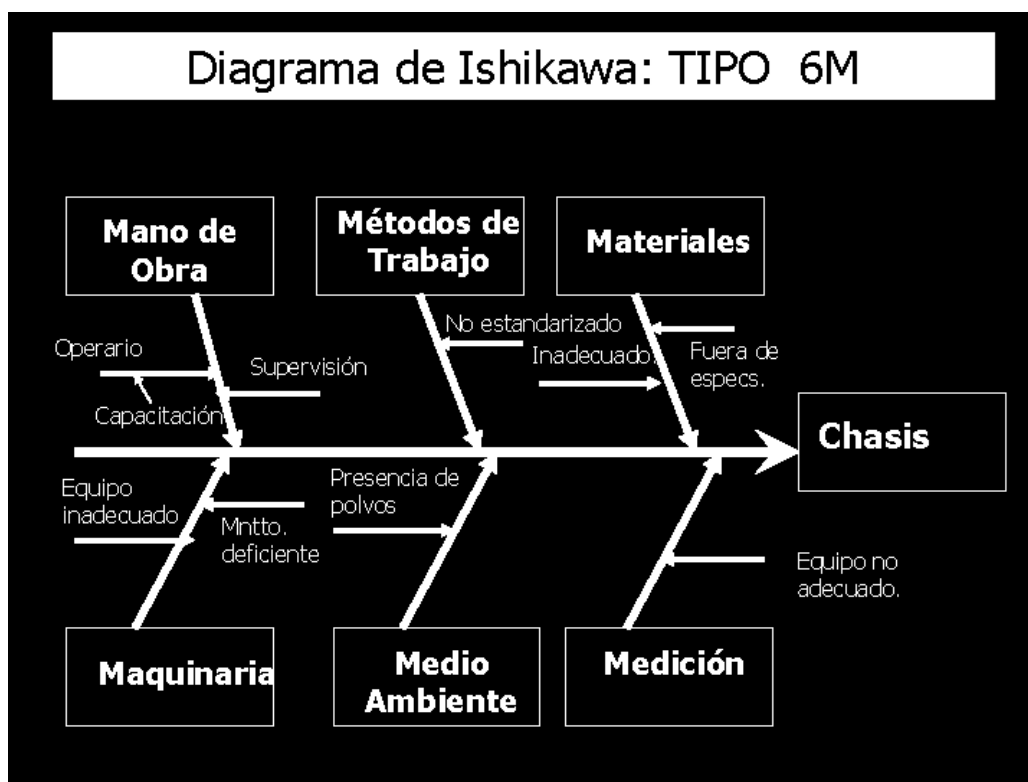
## 4.2. Del análisis de los datos

### 4.2.1. Diagrama de Causa – Efecto (Ishikawa)

Según Geo Tutoriales (2017), el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado dada su estructura) consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente.

**Figura 6**

*Diagrama de Ishikawa: Tipo 6M, 2019*



*Nota.* Adaptada de s/n (2018). SlidetoDoc (<https://slidetodoc.com/diagrama-de-ishikawa-espina-de-pescado-causaefecto-definicion/>)

En el análisis de un proceso industrial es frecuente realizar el diagrama de Ishikawa clasificando las causas según las “M”:

- Mano de obra
- Método de trabajo
- Materiales
- Maquinaria
- Medio Ambiente
- Medición

#### **4.2.2. Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)**

Esta herramienta (definida en las Bases Teóricas de la presente tesis) permite mostrar el proceso operativo que se necesita para la fabricación de un producto; abarcando desde las Áreas, puestos de trabajo, maquinaria, hasta insumos, tiempos y materiales a utilizar; sin dejar de lado las inspecciones que se realizan al producto para que cumpla con las expectativas del cliente. Involucra desde la materia prima inicial hasta el producto final.

Una ventaja de la aplicación de esta herramienta es que, si se considera los tiempos de cada actividad, permite observar a simple vista cuál sería la actividad que está ocasionando el cuello de botella.

Para la presente investigación, en un primer momento, se elaborará un DAP a nivel macro del proceso productivo elegido, únicamente contemplando la simbología detallada en el capítulo de las Bases Teóricas. Sin embargo, para un segundo momento, se utilizará el formato mostrado en la Figura 7 para tener información más detallada del proceso productivo estudiado, con la ayuda de un estudio de tiempos y la medición de los recorridos del operario. Así, se tiene como objetivo revelar retrasos, almacenamientos inadecuados y traslados innecesarios.



### **4.2.3. Estudio de Tiempos**

El estudio de tiempos se utiliza para determinar el tiempo estándar de cada proceso evaluado, en condiciones normales, llevadas a cabo un trabajador, catalogado por el especialista como “normal”, calificado y capacitado, con herramientas necesarias para desempeñar sus funciones en un ambiente normal.

Para realizar el estudio de tiempos en la empresa evaluada, se utilizó el formato mostrado en la Figura 8, el cual tiene como objetivo determinar los tiempos estándar de cada actividad del proceso productivo e identificar los cuellos de botella.

## Figura 8

### Formato Estudio de Tiempos, 2019

Formato para observaciones de estudio de tiempos		Estudio Núm:				Fecha:				Página de														
		Operación:				Operador:				Observador:														
Núm. de elemento y descripción																								
		Nota	Ciclo	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	
	1																							
	2																							
	3																							
	4																							
	5																							
	6																							
	7																							
RESUMEN																								
TO Total																								
Calificación																								
TN Total																								
Núm. de observaciones																								
TN Promedio																								
% de holgura																								
Tiempo estándar elemental																								
Número de ocurrencias																								
Tiempo estándar																								
<b>Tiempo estándar total</b> (suma del tiempo estándar para todos los elementos)																								
Elementos extraños					Verificación de tiempos					Resumen de holguras														
Descripción	LC1	LC2	TO	Simbolo	Tiempo de terminación					Necesidades personales														
				A	Tiempo de inicio					Fatiga básica														
				B	Tiempo transcurrido					Fatiga variable														
				C	TTAE					Especial														
				D	TTDE					% de holgura total														
				E	Tiempo verificado total					<b>Observaciones:</b>														
				F	Tiempo efectivo																			
				G	Tiempo inefectivo																			
<b>Verificación de calificación</b>					Tiempo registrado total																			
Tiempo sintético					Tiempo no contabilizado																			
Tiempo observado					% de error de registro																			

C: Calificación LC: Lectura del cronómetro TO: Tiempo observado TN: Tiempo normal

Fuente: Niebel (2009)

Nota. Adaptado de Niebel (2009). "Curso de Ingeniería de Métodos I – UPN"

#### 4.2.4. Checklist de cumplimiento de procesos - Estandarización

Como punto de partida para la estandarización del proceso productivo se toma una evaluación elaborada por los tesisistas, que servirá como línea base.

Este checklist evalúa, bajo preguntas concretas, si el proceso productivo cumple con los requisitos mínimos para tener un proceso estandarizado. Evalúa los cinco puntos clave definidos en el marco teórico del presente:

- Condiciones
- Materiales y Equipos
- Métodos
- Procedimientos
- Conocimiento y Habilidades

A continuación, en la Figura 9 se muestran las preguntas a responder y los valores a considerar por los evaluadores para determinar el punto de partida.

**Figura 9**

*Checklist de evaluación de estandarización de procesos*

Check List de Evaluación de Cumplimiento de Procesos		
Evaluación	1=No cumplimiento	El objetivo del presente Check List es evaluar el cumplimiento de los procesos de la empresa en relación a la gestión por procesos.
	3=Parcialmente	
	5=Cumplimiento	
1. ¿Procesos establecidos en documento formal?		
2. ¿Procesos con objetivos definidos?		
3. ¿Existencia de un mapeo de procesos?		
4. ¿Conocimiento de relación entre procesos?		
5. ¿Conocimiento de proveedores y clientes por proceso?		
6. ¿Conocimiento de entradas y salidas por proceso?		
7. ¿Responsables por procesos definidos?		
8. ¿Conocimiento de actividades específicas por procesos?		
9. ¿Indicadores definidos por procesos?		
10. ¿Cálculo y análisis de indicadores por procesos?		
11. ¿Relación adecuada entre procesos?		
12. ¿Acciones correctivas y/o preventivas respecto al cumplimiento de actividades por proceso?		
13. ¿Existencia de manual de procesos?		
14. ¿Existencia de manual de procedimientos?		
15. ¿Estructura Orgánica bien definida y al alcance de la empresa?		
16. ¿Retroalimentación de fallos?		
		Puntaje Total
		Índice de Cumplimiento
		Brecha

*Nota.* Adaptado de Ponce, Rodríguez, de su tesis “Mejora De La Productividad En La Empresa Industria Fatri SAC Mediante La Metodología PHVA”, 2018

#### 4.3. De los materiales utilizados

A continuación, se detallan todos los materiales que se utilizaron para la elaboración del presente trabajo de investigación, ya sea útiles, equipos, artefactos, recursos, etc.

- Laptop y PC
- Tablero de apuntes y formatos
- Grabadora de voz
- Grabadora de video
- Cámara fotográfica
- Útiles de escritorio (hoja bond, lapiceros, lápices, etc.)
- Impresora
- Calculadora
- Cronómetro
- Huincha de medir
- Software como Microsoft Word, PowerPoint, Excel y AutoCAD.

#### 5. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación respeta todas las fuentes tomadas como referencia, siendo citadas cuando es oportuno.

Para la realización de esta, se cuenta con el permiso y aprobación del Gerente General de la empresa, así como con el consentimiento de los trabajadores para tomar fotografías y hacer análisis en función a su trabajo o al mismo proceso productivo.

La aplicación y realización de los instrumentos se dio de forma anónima, del mismo modo como los datos obtenidos mantendrán confidencialidad, sin recurrir a evaluaciones particulares.

#### 6. Situación actual de la empresa

El objeto de estudio de la presente es una empresa peruana dedicada a la fabricación de baterías de ácido-plomo para todo tipo de vehículos: desde las conocidas “mototaxis” hasta



para vehículos de minas. Cuenta con veinte años de experiencia en el mercado nacional, lo cual le ha permitido generar una cartera de clientes fidelizados.

La experiencia en el mercado de baterías de ácido-plomo logró que poco a poco fueran creciendo como empresa, incrementaran su demanda y obteniendo una buena rentabilidad. Gracias a ello compraron un terreno, maquinaria, contrataron personal. Sin embargo, en los últimos años, la empresa ha disminuido sus ganancias y sus ventas debido a la baja productividad que posee, lo cual se ve reflejado en el proceso productivo.

Para la etapa de familiarización y conocimiento del proceso productivo de fabricación de las baterías de ácido-plomo, se utilizaron tres herramientas, mencionadas en el punto anterior: observación directa y planeada, entrevistas no estructuradas y lluvia de ideas.

### **6.1.Observación directa y planeada**

Como primer paso, se realizó observación directa a todo el proceso productivo de fabricación de baterías de ácido-plomo. Utilizando el formato mencionado anteriormente, esto fue lo encontrado:

**Tabla 9**

*Observación del Proceso Productivo – Rejillado*

<b>OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	Del 15 al 19 de abril del 2019
Hora Inicio:	10:00 a.m.
Hora Fin:	4:00 p.m. (descanso 1 hora para almorzar)
Proceso / Puesto de Trabajo:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<p>1. <u>Rejillado</u>: Este subproceso consiste en la transformación de bloques de plomo antimoniado de 25 kg en rejillas de plomo. El trabajador deposita los bloques de plomo en la caldera para que se fundan y se transformen en rejillas a través de la máquina rejilladora. A continuación, el trabajador procede a realizar una inspección visual de lo obtenido y los agrupa, normalmente en grupos de 50 rejillas. Toma nota de las cantidades obtenidas y los kilos de plomo antimoniado utilizados. Finalmente, los lija para quitar asperezas e imperfecciones en los bordes.</p> <p><i>¿Oportunidades de mejora?</i> Orden y limpieza. Herramientas al alcance de las manos. No indicadores, solo control de lo que entra y sale del subproceso de rejillado. No hay merma, todo se reprocesa.</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>INGRESO</b></p>  <p><b>REJILLADO</b></p>  <p><b>SALIDA</b></p>  </div>	

*Nota. Elaboración Propia*

**Tabla 10**





*Observación del Proceso Productivo – Oxidación*

<b>OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	Del 15 al 19 de abril del 2019
Hora Inicio:	10:00 a.m.
Hora Fin:	4:00 p.m. (descanso 1 hora para almorzar)
Proceso / Puesto de Trabajo:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<p>2. <u>Oxidación</u>: Este subproceso se realiza en paralelo al de rejillado, pero por una mayor cantidad, ya que solo se realiza 1 vez a la semana por alrededor de 24 horas. Los trabajadores hacen turnos para acompañar a la maquinaria encargada del proceso: Molino. Aquí se necesita para la primera actividad 2 trabajadores: 1 que cargue la caldera con bloques de plomo refinado y otro para que reciba las bolas obtenidas de la primera máquina y las arroje al molino, el cual las convertirá en polvo, logrando la oxidación del plomo. Se anota lo que se consume y el óxido obtenido.</p> <p><i>¿Oportunidades de mejora?</i> Orden y limpieza. Herramientas al alcance de las manos. No indicadores, solo control de lo que entra y sale del subproceso.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>INGRESO</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>PRODUCTO INTERMEDIO</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>SALIDA</b></p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>BOLAS DE PLOMO</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>MOLIENDA</b></p> </div> </div>	

*Nota. Elaboración Propia*

**Tabla 11**

*Observación del Proceso Productivo – Elaboración de masas +/- y Empastado*

<b>OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	Del 15 al 19 de abril del 2019
Hora Inicio:	10:00 a.m.
Hora Fin:	4:00 p.m. (descanso 1 hora para almorzar)
Proceso / Puesto de Trabajo:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<p>3. <u>Elaboración de masa positiva y negativa:</u> Con el “polvo” obtenido de la oxidación y algunos insumos químicos en distintas proporciones, se produce la masa positiva y negativa en una maquina a la que llaman “trompo”.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>INGRESO</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>“TROMPO”</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>SALIDA</b></p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">  </p> <p>4. <u>Empastado:</u> Este subproceso consiste en la adición de la masa positiva y negativa a las rejillas mediante el empaste, convirtiendo las rejillas en placas positivas y placas negativas. Se realiza también 1 vez a la semana. Sin embargo, aquí se requieren 5 personas diferentes en constante apoyo para el abastecimiento de la maquina empastadora. Al igual que en los subprocesos anteriores, se anota lo que se consume y lo que se obtiene. No hay merma, todo se reprocessa.</p> <p><i>¿Oportunidades de mejora?</i> Orden y limpieza. Herramientas al alcance de las manos. No indicadores, solo control de lo que entra y sale del subproceso de empastado. La máquina se detuvo cada hora y los trabajadores le realizan mantenimiento para que siga operando.</p>	

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 12**

*Observación del Proceso Productivo – Reposo*

<b>OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	Del 15 al 19 de abril del 2019
Hora Inicio:	10:00 a.m.
Hora Fin:	4:00 p.m. (descanso 1 hora para almorzar)
Proceso / Puesto de Trabajo:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>INGRESO</b></p>  </div> <div style="font-size: 2em; color: blue;">+</div> <div style="text-align: center;"> <p><b>INGRESO</b></p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>EMPASTADO</b></p> </div> <div style="font-size: 2em; color: blue;">→</div> <div style="text-align: center;">  <p><b>SALIDA / REPOSO</b></p> </div> </div>	
<p>5. <u>Reposo</u>: Las placas positivas y negativas obtenidas del subproceso de empastado deben reposar para que termine de fijar la masa en la rejilla. Se les cubre incluso con colchas y/o frazadas para no alterarlo y mantenerlo caliente. Se lleva un control de lo que se procesa (cantidad).</p>	

*Nota. Elaboración Propia*

**Tabla 13**

*Observación del Proceso Productivo – Tratamiento*

<b>OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	Del 15 al 19 de abril del 2019
Hora Inicio:	10:00 a.m.
Hora Fin:	4:00 p.m. (descanso 1 hora para almorzar)
Proceso / Puesto de Trabajo:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<p>6. <u>Tratamiento</u>: Este es el proceso que le agrega un valor diferenciador al proceso de fabricación de baterías de ácido plomo frente al de otras empresas: las placas positivas y negativas son cargadas antes de ser ensambladas, logrando que transmitan mejor la energía y no requiera mayor carga al finalizar el proceso. Tarda cerca de 48 horas (dato brindado por trabajadores) que las placas finalicen su tratamiento. Posterior a ello, sigue el secado y corte (dividir en 2 unidades) de las placas ya tratadas. Esto las deja listas para ensamblar la batería. Se anota lo que ingresa y sale de este subproceso. Como dato curioso, es el puesto de trabajo más peligroso de todos, por ello es un lugar cerrado al que solo ingresa personal autorizado y con sus equipos de protección personal completo.</p> <p><i>¿Oportunidades de mejora?</i> Orden y limpieza. Herramientas al alcance de las manos. No indicadores, solo control de lo que entra y sale del subproceso de oxidación.</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;"><b>INGRESO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARGA DE PLACAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SECADO Y CORTE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SALIDA</b></p> </div>	

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 14**

*Observación del Proceso Productivo – Separadores y Armado de baterías*

<b>OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	Del 15 al 19 de abril del 2019
Hora Inicio:	10:00 a.m.
Hora Fin:	4:00 p.m. (descanso 1 hora para almorzar)
Proceso / Puesto de Trabajo:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<p>7. <u>Elaboración de separadores</u>: Los separadores son hechos de polietileno en una maquina especial. Es independiente de todos los subprocesos antes mencionados, pero se requieren para el armado de la batería. Lo realizan siempre 2 trabajadores y se trabaja con un molde. No se puede colocar la placa directamente en la máquina porque provoca fallas al soldarlas en el posterior armado de baterías.</p> <div style="text-align: center;">  <p><b>INGRESO</b>                      <b>SUBPROCESO</b>                      <b>SALIDA</b></p> </div>	
<p>8. <u>Armado de baterías</u>: Este proceso de armado de las baterías se realiza 100% manual. Inicia con las placas ya tratadas (cargadas), separadores, caja y plomo para soldar (de segunda). El “peine”, como lo llaman los trabajadores” es la herramienta que utilizan para solar las placas y formar grupos en función al modelo de batería. Para el observado se necesitan 6 grupos de 15 placas negativas y 6 grupos de 14 placas positivas. Luego de soldarlas, a las negativas se les coloca el separador y se entrelazan con los grupos de placa positivo. Finalmente, se colocan en la caja y se sueldan a ella. Aunque este trabajo lo puede realizar una persona, normalmente lo realizan 2 o 3 en paralelo, para cubrir la demanda.</p> <p><i>¿Oportunidades de mejora?</i> Orden y limpieza. Herramientas al alcance de las manos. No indicadores, solo control de lo que entra y sale del subproceso. Evaluar cuales de las actividades podrían ser eliminadas u optimizadas, ya que es el único subproceso 100% manual del proceso productivo.</p>	

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 15**

*Observación del Proceso Productivo – Armado de baterías*



*Nota.* Elaboración Propia



**Tabla 16**

*Observación del Proceso Productivo – Sellado*

<b>OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	Del 15 al 19 de abril del 2019
Hora Inicio:	10:00 a.m.
Hora Fin:	4:00 p.m. (descanso 1 hora para almorzar)
Proceso / Puesto de Trabajo:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<p>9. <u>Sellado</u>: Este subproceso consiste en cerrar la batería colocándole la tapa a la batería. Para terminar de sellar, asegurando que no haya fugas, se utiliza la máquina de sellado y luego, con un barómetro, se verifica que no haya ningún tipo de orificio o no este correctamente sellada. También, se le dan los últimos retoques y acabados en cuando a soldadura.</p> <p><i>¿Oportunidades de mejora?</i> Orden y limpieza. Herramientas al alcance de las manos. Moldes para cambio de batería al alcance. No indicadores, solo control de lo que entra y sale del subproceso.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>INGRESO</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>SALIDA</b></p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>SELLADO</b></p>  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	

*Nota. Elaboración Propia*

**Tabla 17**

*Observación del Proceso Productivo – Llenado de ácido*

<b>OBSERVACIÓN PLANEADA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	Del 15 al 19 de abril del 2019
Hora Inicio:	10:00 a.m.
Hora Fin:	4:00 p.m. (descanso 1 hora para almorzar)
Proceso / Puesto de Trabajo:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<p>10. <u>Llenado de ácido</u>: Este subproceso se realiza en paralelo al de rejillado, pero por una mayor cantidad, ya que solo se realiza 1 vez a la semana por alrededor de 24 horas. Los trabajadores hacen turnos para acompañar a la maquinaria encargada del proceso: Molino. Aquí se necesita para la primera actividad 2 trabajadores: 1 que cargue la caldera con bloques de plomo refinado y otro para que reciba las bolas obtenidas de la primera máquina y las arroje al molino, el cual las convertirá en polvo, logrando la oxidación del plomo. Se anota lo que se consume y el óxido obtenido.</p> <p><i>¿Oportunidades de mejora?</i> Orden y limpieza. Herramientas al alcance de las manos. No indicadores, solo control de lo que entra y sale del subproceso de oxidación.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>INGRESO</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>SALIDA</b></p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>LLENADO DE ÁCIDO</b></p>  </div>	

*Nota.* Elaboración Propia

Luego de haber realizado las observaciones del proceso de fabricación de baterías de ácido-plomo, se llegó a lo siguiente:

- Los materiales, materia prima e insumos no se encuentran disponibles o a la mano cuando se requiere.
- Las cajas de las baterías llegan dañadas en un 1% de lo que se compra (1 de cada 100 cajas viene fallada. La parte complicada es que esas cajas ya no se recuperan, se desechan.
- La máquina de empastado genera problemas cada vez que se necesita utilizarla, ocasionando retrasos en los demás subprocesos.
- No existe ningún tipo de procedimiento ni método para realizar una actividad. Cada trabajador tiene su propio método de realizar una actividad y, por ende, cada uno se toma su propio tiempo.
- Falta de orden en toda la planta.
- No existe conciencia de seguridad y salud en el trabajo, no usan sus EPP.
- No tiene indicadores.
- Realizan grandes trayectos para pasar de un puesto de trabajo a otro o simplemente para buscar una herramienta.

Estas son algunas de las oportunidades de mejora encontradas mediante la observación directa y planeada.

## **6.2. Entrevistas no estructuradas**

Se realizaron las entrevistas a los 6 trabajadores del área de producción con el objetivo de conocer el proceso y también su forma de pensar. De ellos podría salir alguna oportunidad de mejora.

**Tabla 18**

*Entrevistas no estructuradas*

<b>ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADAS</b>	
Nombre:	Jeannie Manrique Lostaunau / Omar Cueto Camacho
Fecha:	22 de abril del 2019
Hora Inicio - Fin:	10:00 p.m. a 4:00 p.m.
Proceso:	Proceso de fabricación de baterías de ácido plomo
<p>1. ¿Cuánto tiempo lleva en la empresa?</p> <p>Trabajador 1 – 1 año  Trabajador 2 – 5 años  Trabajador 3 – 8 años  Trabajador 4 – 13 años  Trabajador 5 – 16 años  Trabajador 6 – 20 años</p>	
<p>2. ¿Qué es lo que más le gusta de trabajar en la empresa? ¿Qué cambiaría?</p> <p>Trabajador 1 – El clima laboral  Trabajador 2 – Apoyar y sentir que soy útil (ayuda con la vigilancia de la empresa, pero es participante activo de la producción).  Trabajador 3 – He logrado cierta estabilidad luego de varios años  Trabajador 4 – Las celebraciones son lo mejor, pero me gusta sentir que trabajo no me falta.  Trabajador 5 – Son tantas cosas que no podría decirte una.  Trabajador 6 – Ya no somos solo amigos, también somos familia. Pero creo que hay mucho por mejorar en la empresa.</p>	
<p>3. ¿Qué es lo que más problemas le causa al trabajar?</p> <p>Trabajador 1 – A veces las máquinas se paran.  Trabajador 2 – Nunca encuentro mis materiales.  Trabajador 3 – Podríamos eliminar algunas actividades, como la de colocar los separadores directo en la placa y luego soldar, pero es más difícil.  Trabajador 4 – Estoy bien así, no he detectado nada.  Trabajador 5 – Estamos acostumbrados a trabajar con lapicero y papel, quizás deberíamos migrar a las computadoras.  Trabajador 6 – Empezando por la distribución de planta, no es la adecuada.</p>	
<p>Notas:</p> <p>Todos coinciden en que hay puntos por mejorar, sin embargo, por la cantidad de años que vienen trabajando de la misma forma, también se mostraron resilientes y cautelosos sobre eso.</p>	

*Nota.* Elaboración Propia

De lo mencionado en las entrevistas, son 2 problemas los que destacaron:

- Manifestaron que la distribución de planta no es la adecuada. Ya en la observación realizada, se visualizó que los trabajadores realizaban recorridos largos. Esta información reafirma dicho acontecimiento.
- Los trabajadores tienen conocimiento de cómo se fabrican las baterías de ácido plomo en otras empresas y se dan cuenta de cuáles son los puntos buenos que se podrían copiar para aplicarlos en esta empresa. Así surge la idea de revisar y analizar el armado de baterías, por esto y por lo que es un subproceso 100% manual. Esto se sabe por la observación realizada.

### **6.3.Lluvia de ideas**

Como tercer input, se realizó una reunión con los directivos de la empresa: Representante de los trabajadores, Jefe de Producción y Gerente General, y utilizando la herramienta de lluvia de ideas (ver Tabla 18) se detectaron otras oportunidades de mejora que la empresa posee.

Muchos de los puntos conversados en esta reunión, respaldan lo observado en planta y lo mencionado por los trabajadores en la entrevista, como la falta de indicadores, el orden y la limpieza y el ineficiente uso de EPP. Por otro lado, mencionaron que las actividades presentan demoras, lo que ocasiona que no cumplan con la fecha de entrega a los clientes en algunas ocasiones.

Habiendo realizado la observación directa, las entrevistas no estructuradas y la lluvia de ideas, se procede a realizar un análisis de la información obtenida.

**Tabla 19**

*Lluvia de ideas*

<b>ACTA DE REUNIÓN: PROBLEMÁTICA DEL PROCESO PRODUCTIVO</b>	
Fecha:	23 DE ABRIL DEL 2019
Hora Inicio - Fin:	10:00 AM A 12:00 PM
<b>Asistentes a la Reunión</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tesista 1</li> <li>- Tesista 2</li> <li>- Supervisor de Planta</li> <li>- Encargado de producción (representante de los trabajadores)</li> <li>- Gerente General</li> </ul>	
<b>Problemática encontrada</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se cuenta con un planeamiento de la producción</li> <li>- No se realiza ningún plan de ventas ni de compras</li> <li>- Ineficiente uso de EPP</li> <li>- Producción sin metas ni indicadores por cumplir.</li> <li>- Trabajadores no especializados</li> <li>- No se fomenta el orden ni la limpieza.</li> <li>- Los procesos sufren muchas demoras.</li> <li>- No se cuenta con un manual o un flujo</li> <li>- Errores en la toma de decisiones.</li> <li>- No existe un mapa de proceso</li> </ul>	

*Nota.* Elaboración propia

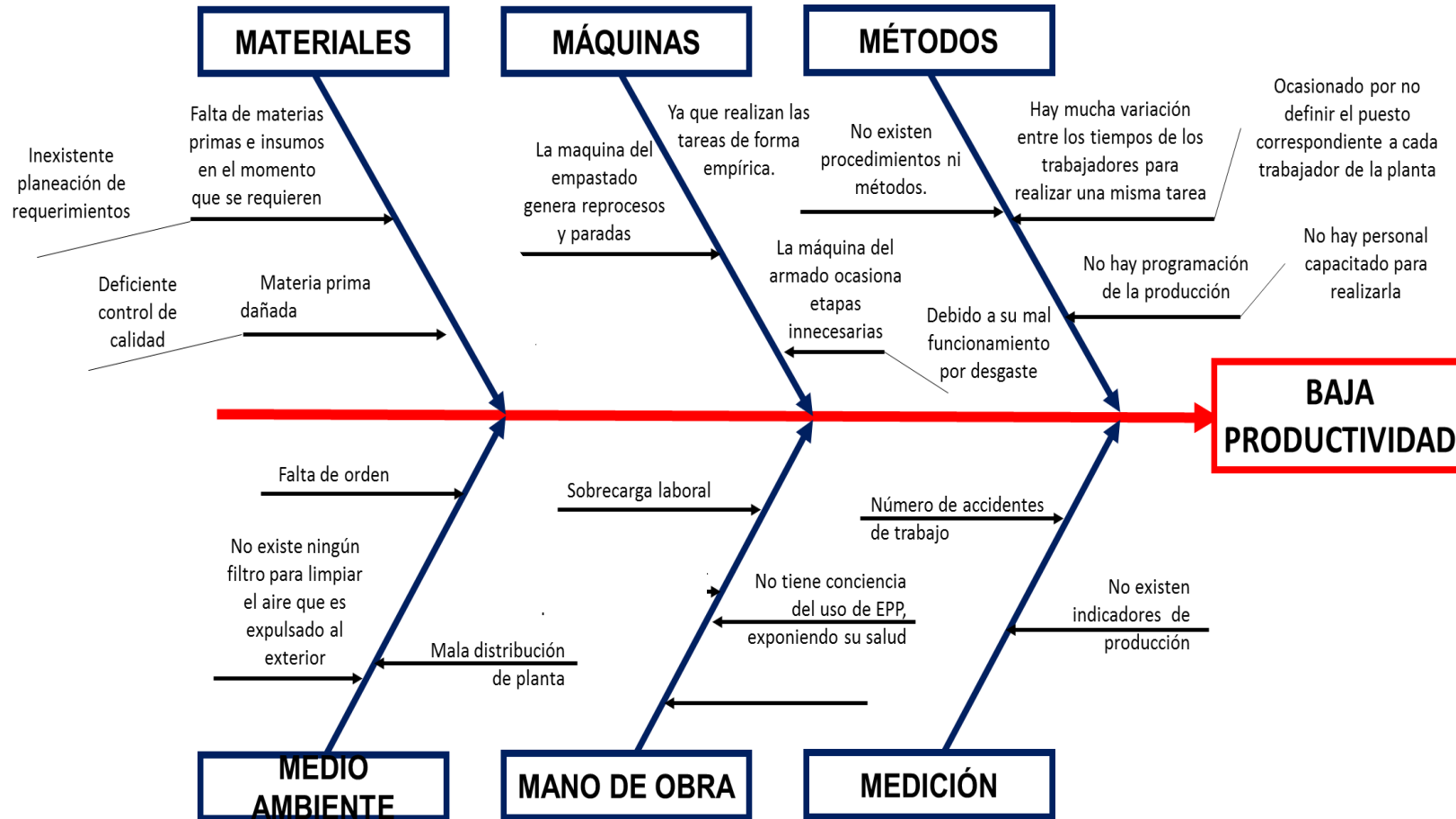
## **7. Análisis de Datos**

### **7.1. Diagrama de Ishikawa**

Se realizó un diagrama de causa – efecto para conocer donde radica cada una de las oportunidades de mejora encontradas, las cuales originan un problema más grande: la baja productividad del proceso productivo de fabricación de baterías de ácido plomo. Para ello se utilizó el método de las 6M: Materiales, Métodos, Medio ambiente, Maquinarias, Mediciones y Mano de obra (ver Figura 10)

**Figura 10**

*Diagrama de Ishikawa*



*Nota.* Elaboración propia

## 7.2. Diagrama del proceso productivo

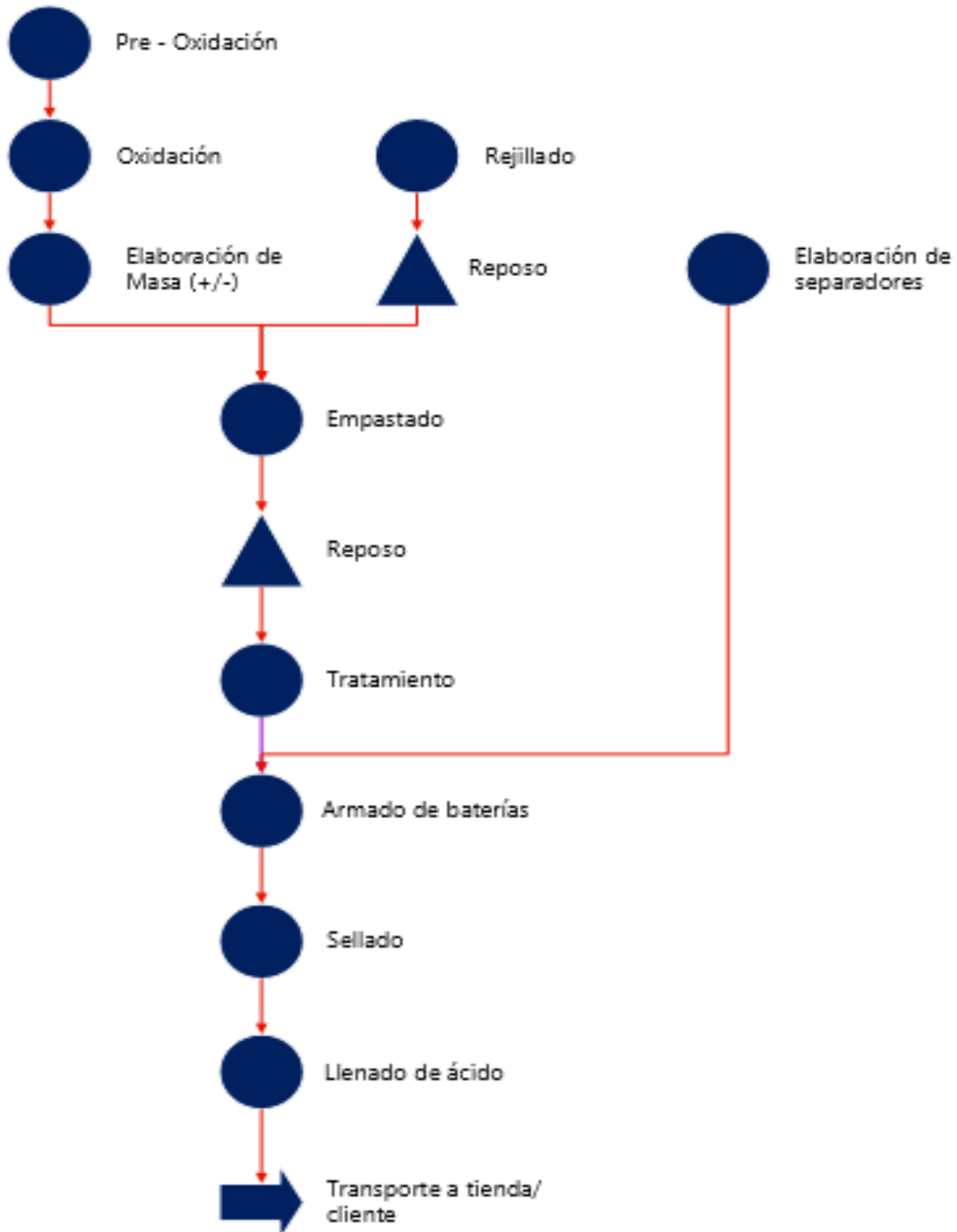
Para continuar con el diagnóstico de la problemática de la empresa, se partió por identificar el proceso productivo en su totalidad. Este proceso inicia con la pre-oxidación y el rejillado. En ambos se trabaja con plomo como materia prima: el plomo refinado para la pre-oxidación y el plomo antimoniado para el rejillado; y finaliza con el traslado al almacén o tienda.

Así, se realizó un diagrama de proceso en función a lo encontrado en planta (ver Figura 11). Al ser un diagrama de proceso únicamente se grafican las actividades que agregan valor al producto; sin embargo, es necesario saber dónde se encuentra el cuello de botella, las demoras y los tiempos muertos dentro de este proceso productivo, para ello se realizará el estudio de tiempos y recorridos.



**Figura 11**

*Diagrama del proceso productivo de fabricación de baterías*



*Nota.* Elaboración propia

### 7.3. Estudio de tiempos

Antes de realizar el diagrama de actividades fue necesario realizar un Estudio de tiempos.

A partir de ello, se permitió conocer cuáles son los tiempos estándares actuales. Toda la información en relación con esto se encuentra en el Anexo 1. El resultado obtenido en el estudio de tiempos es el mostrado en la Tabla 20.

**Tabla 20**

*Consolidado de Estudio de Tiempos*

ELABORACIÓN DE BATERIAS - ESTUDIO DE TIEMPOS						
PROCESO	UNIDADES	TIEMPO (horas)	TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	DATO	
REJILLADO		1.00	60.00	3,600	1	hora para preparar la máquina
	15,000	10.42	625.00	37,500	2.50	segundos por unidad
PRE-OXIDACIÓN		1.00	60.00	3,600	1	hora para preparar la máquina
	2,000	2.75	165.21	9,912	34.15	segundos por 4 bolas de plomo refinado o 6.8 kg
OXIDACIÓN	2,000	13.39	803.20	48,192	24.10	segundos por kg
PREPARACION DE MASA POSITIVA Y NEGATIVA	2,000	8.00	480.00	28,800	250.00	kg de masa por hora
EMPASTADO	15,000	6.58	394.74	23,684	38.00	unidades por minuto
FIJACIÓN	15,000	48.00	2880.00	172,800	48.00	horas todas las placas
TRATAMIENTO		4.00	240.00	14,400	4.00	horas para preparar la máquina
	7,500	45.00	2700.00	162,000	45.00	horas todas las placas
SECADO	7,500	1.50	90.00	5,400	1.50	horas todas las placas
ARMADO	20	7.916	474.940	23.75	1,424.82	segundos por 1 batería
SELLADO	20	0.007	0.417	0.02	1.25	hora para preparar la máquina
	20	0.695	41.691	2.08	125.07	segundos por 1 batería
LLENADO DE ACIDO	2	0.008	0.500	0.25	15.00	minutos para preparar la mezcla
	20	1.122	67.326	3.37	201.98	segundos por 1 batería

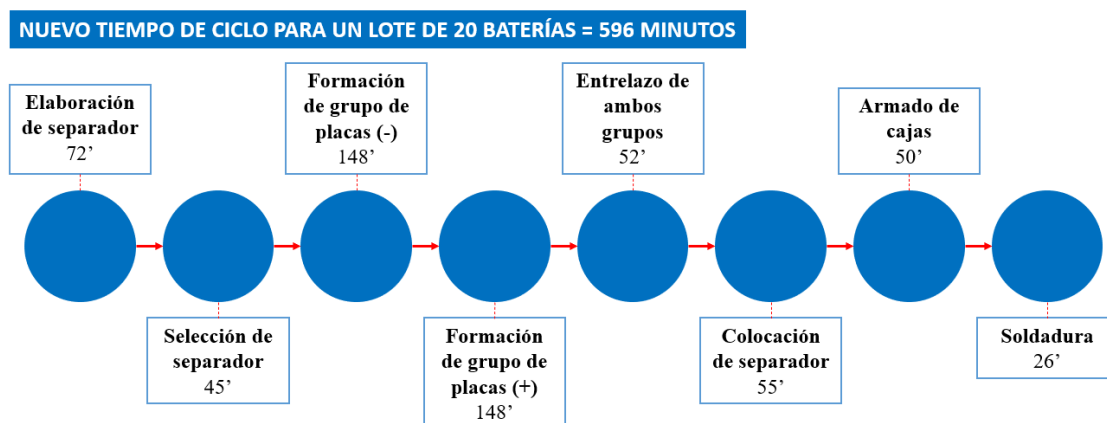
*Nota.* Elaboración propia

#### 7.4. Cuello de botella

El estudio de tiempos encontró que el cuello de botella se encuentra en el proceso de armado de baterías, ya que además es un proceso 100% manual. A continuación, en la figura 12, se realizó un desagregado de las actividades que se realizan en este subproceso de armado de baterías. Gracias al estudio de tiempos ya contamos con la información completa para el análisis, lo que permite la evaluación de ello. Es importante esto, porque parte de lo encontrado en planta era la eliminación de actividades que no agregan valor a producto o pueden simplificarse de alguna forma.

**Figura 12**

*Cuello de Botella: Armado de Baterías*



*Nota.* Elaboración propia

#### 7.5. Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)

El diagrama de actividades permite conocer a ciencia cierta las demoras y el cuello de botella en el proceso de elaboración de baterías de ácido-plomo. Por ello, a partir de los procesos mapeados en el Diagrama de Procesos, se realizó un Diagrama de Actividades al detalle, el cual se muestra en la figura 15.

**Figura 13**

*Diagrama de actividades de proceso inicial (DAP inicial)*

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO							
Diagrama No. Hoja No.1	OPERARIO ■			MATERIAL □ EQUIPO □			
Objetivo:	RESUMEN						
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA			
Proceso analizado:	Operación	21					
Producción de baterías de p	Transporte	5					
Metodo:	Espera	3					
Actual ■ Propuesto □	Inspección	4					
Localización:	Almacenamiento	1					
Industria de Baterías Villsa S.R.L.	Distancia (m)	83					
Operario:	Costo						
Trabajador 1	Total						
Elaborado por:	Fecha:	Comentarios					
Aprobado por:	Fecha:						
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo			Observaciones
				○	➔	□	
Traslado de plomo al horno	1	6	15	○	➔		
Fundido del plomo	1		60	○	➔		
Rejillado	1		625	○	➔		
Traslado de plomo al horno	1	22	15	○	➔		
Formado de esferas de plomo	1		165	○	➔		
Oxidación del plomo	1		803	○	➔		
Traslado del oxido de plomo al trompo	1	5	10	○	➔		
Elaboración de masa positiva y negativa	1		480	○	➔		
Reposo de rejillas y masa	1		1440	○	➔		
Empastado	4		395	○	➔		
Reposo de placas sin tratar	1		2880	○	➔		
Traslado al área de tratamiento y	1	25	240	○	➔		
Tratamiento de placas	1		2700	○	➔		
Secado de placas	1		90	○	➔		
Corte y espigado de placas tratadas	1		60	○	➔		

Corte y espigado de placas tratadas	1		60	●				
Elaboración de separadores de polietileno	1		72	●				
Eliminación de separadores defectuosos	1		45	●				
Preparación para el armado de batería	1		15	●				
Agrupamiento de placas (Soldadura)	1		296	●				
Cruce de los grupos de placas positivas y	1		52	●				
Adición de separadores en el grupo negativo	1		55	●				
Traslado de cajas al área de armado	1	25	5	●	●			
Adición de los grupos en las cajas	1		50	●				
Fijación de los grupos de las cajas ( soldadura)	1		26	●				
Colocación de la tapa de la caja	1		30	●				
Acondicionamiento de la maquina de sellado	1		60	●				
Sellado de la batería	1		42	●				
Control de calidad (Barometro)	1		10			●		
Preparación de la mezcla de agua y acido sulfúrico	1		25	●				
Inspección de proporcionalidad de la	1		5			●		
Llenado de ácido en la batería	1		68	●				
Sellado de orificios de la batería	1		5	●				
Control de calidad (Voltmetro)	1		20			●		
Traslado al almacen	1		10				●	
<b>TOTAL</b>			<b>10869</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

*Nota.* Elaboración propia

Luego de realizar el DAP, se procedió a realizar un análisis de este. El 73.53% del total de actividades son productivas. Sin embargo, únicamente el 58.85% del tiempo total es utilizado para realizar dichas actividades productivas. El tiempo restante son demoras, tiempo ocioso y recorridos o traslados innecesarios.

## 7.6. Diagrama de Recorrido

Se realizó un diagrama de recorrido. Esto debido a las distancias arrojadas en el DAP, lo cual indica que ellos realizan tramos innecesarios en su labor diaria. El diagrama se puede observar en la figura 13.

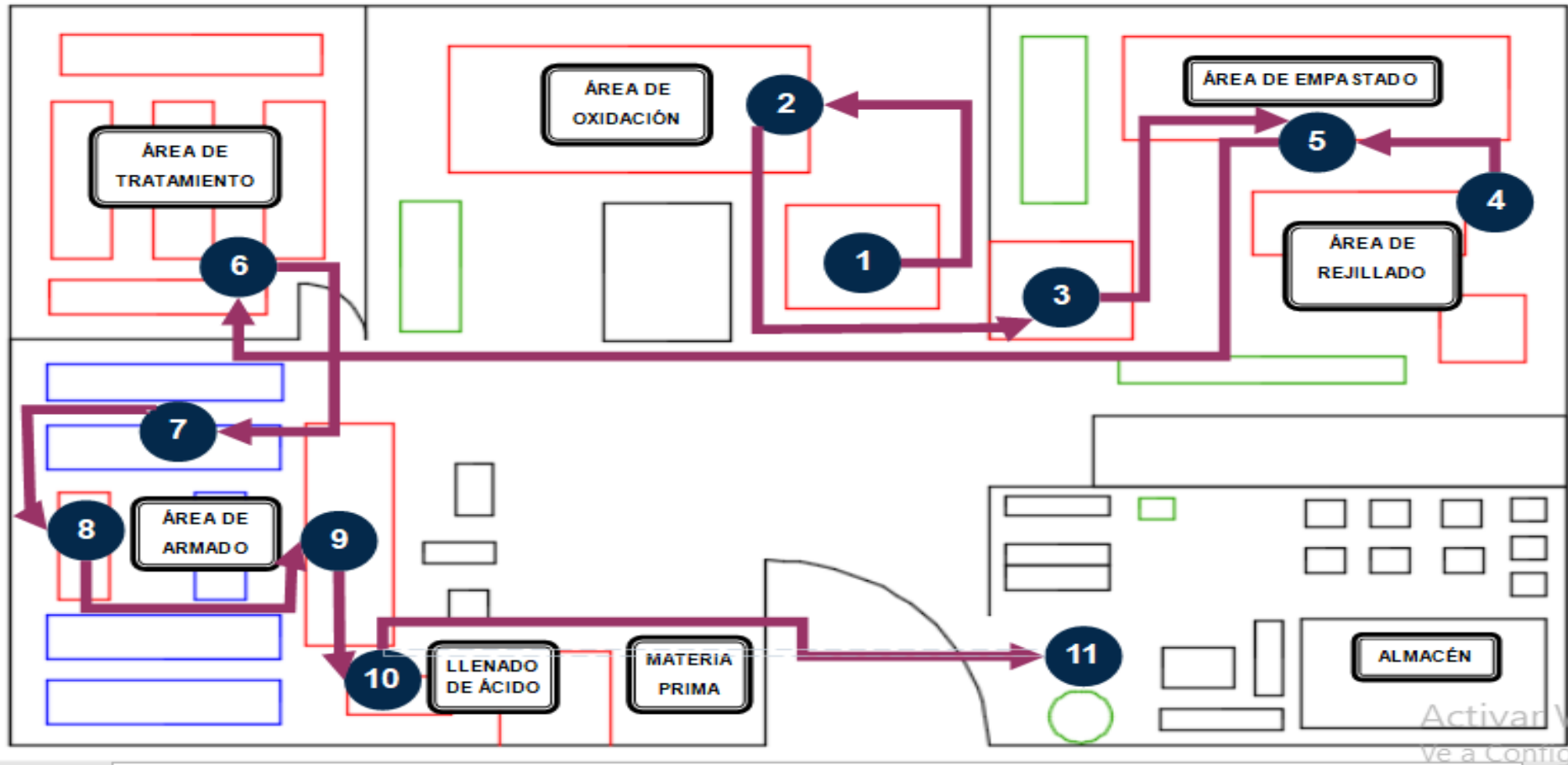
Como se mencionó en el párrafo anterior, existen recorridos innecesarios o más largos de lo que deberían ser en realidad, sobre todo en las etapas iniciales del proceso. Como se observa en la imagen, desde el área de empastado (punto 5) hasta el área de tratamiento de placas (punto 6), hay un tramo amplio que podría ser optimizado.

En muchas ocasiones, dicha distribución de la planta disminuye la productividad de las empresas, como fue evidenciado en los antecedentes de la presente investigación.

Se eligió la distribución de planta por producto o en línea debido a que la empresa cuenta únicamente con una línea de producción y trabaja bajo grandes lotes de producción. Además de ello, el diseño encontrado trató de seguir esa figura, sin poder lograrlo de forma óptima.

**Figura 14**

*Distribución de Planta Inicial*



*Nota.* Elaboración propia

## 7.7. Evaluación de cumplimiento de procesos

Finalmente, se realizó evaluación del proceso productivo, para tener la línea base en esta materia. En la figura 14 se muestra la evaluación realizada haciendo uso del checklist, así como su resultado. En la figura 15 se muestra un gráfico, el que permite observar lo que hace falta realizar (brecha). Existe un 32.5% de cumplimiento, y esto se debe principalmente a las actividades específicas por proceso y al conocimiento de las entradas y salidas de este. Los trabajadores conocen los pasos a seguir de su labor porque el trabajo ha sido el mismo por años, pero no está nada definido. Además, cada uno de ellos puede ser igual de eficaz al realizar una labor, aunque cada uno se tome su tiempo y tenga su propio método para realizarla.

**Tabla 21**

*Checklist de Cumplimiento de Procesos*

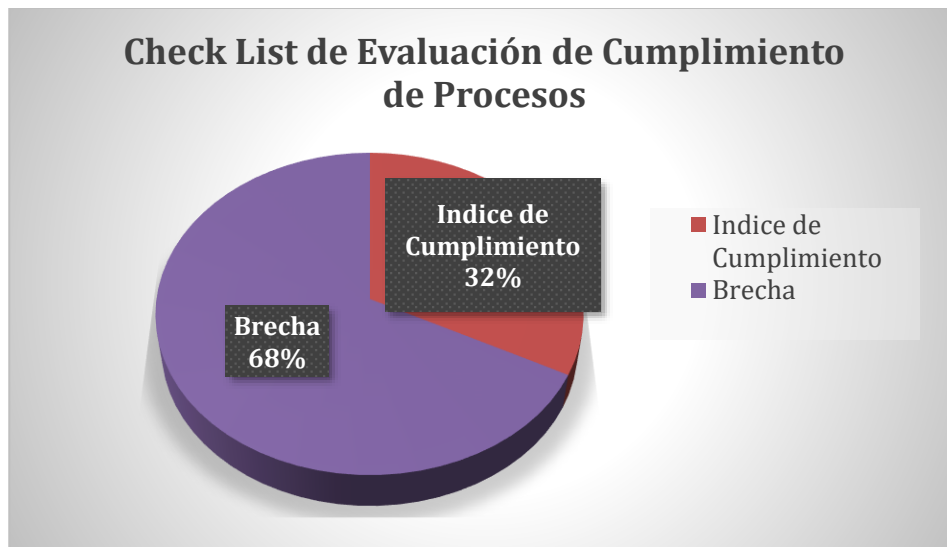
Checklist Evaluación de Cumplimiento de Procesos		
Evaluación	1=No cumplimiento	El objetivo del presente checklist es evaluar el cumplimiento de los procesos de la empresa.
	3=Parcialmente	
	5=Cumplimiento	
1. ¿Procesos establecidos en documento formal?	1	
2. ¿Procesos con objetivos definidos?	1	
3. ¿Existencia de un mapeo de procesos?	3	
4. ¿Conocimiento de relación entre procesos?	1	
5. ¿Conocimiento de proveedores y clientes por proceso?	1	
6. ¿Conocimiento de entradas y salidas por proceso?	3	
7. ¿Responsables por procesos definidos?	3	
8. ¿Conocimiento de actividades específicas por procesos?	3	
9. ¿Indicadores definidos por procesos?	1	
10. ¿Cálculo y análisis de indicadores por procesos?	1	
11. ¿Relación adecuada entre procesos?	1	
12. ¿Acciones correctivas y/o preventivas respecto al cumplimiento de actividades por proceso?	1	
13. ¿Existencia de manual de procesos?	1	
14. ¿Existencia de manual de procedimientos?	1	
15. ¿Estructura Orgánica bien definida y al alcance de la empresa?	3	
16. ¿Retroalimentación de fallos?	1	
	Puntaje Total	1.63
	<b>Índice de Cumplimiento</b>	<b>32.50%</b>
	<b>Brecha</b>	<b>67.50%</b>

*Nota.* Elaboración Propia



**Figura 15**

*Gráfico de Checklist de Cumplimiento de Procesos*



*Nota.* Elaboración Propia

## 8. Propuestas de mejora en el proceso de fabricación de baterías de ácido-plomo

A partir de este análisis se obtuvo tres escenarios prioritarios como oportunidades de mejora:

- Los trabajadores se desplazan en tramos largos por la planta de puesto de trabajo a otro puesto de trabajo, para que la materia siga su proceso o, en su defecto, en búsqueda de herramientas o algún material faltante.
- Existe un cuello de botella en el área de armado de baterías, ya que es una actividad 100% manual.
- Los procesos no están estandarizados y cada trabajador tiene una forma diferente de realizar su labor.

Para cada uno de los puntos mencionados, se tiene una propuesta de mejora. Las cuales se detallan a continuación:

- Redistribución de planta, que permita reducir los desplazamientos de los trabajadores, así como una correcta línea de producción continua.
- El reemplazo de una máquina que permitiría la eliminación de dos etapas del proceso de armado de baterías: La selección de separadores y la colocación de separadores en las placas negativas.
- Estandarización de cada subproceso para la correcta ejecución de las actividades en el proceso productivo.

## **9. Desarrollo de las mejoras propuestas**

### **9.1. Nueva distribución de planta**

Se presenta un nuevo layout para la planta, el cual permite tener una línea de producción que permita la disminución de los recorridos tanto del mismo producto como de la mano de obra.

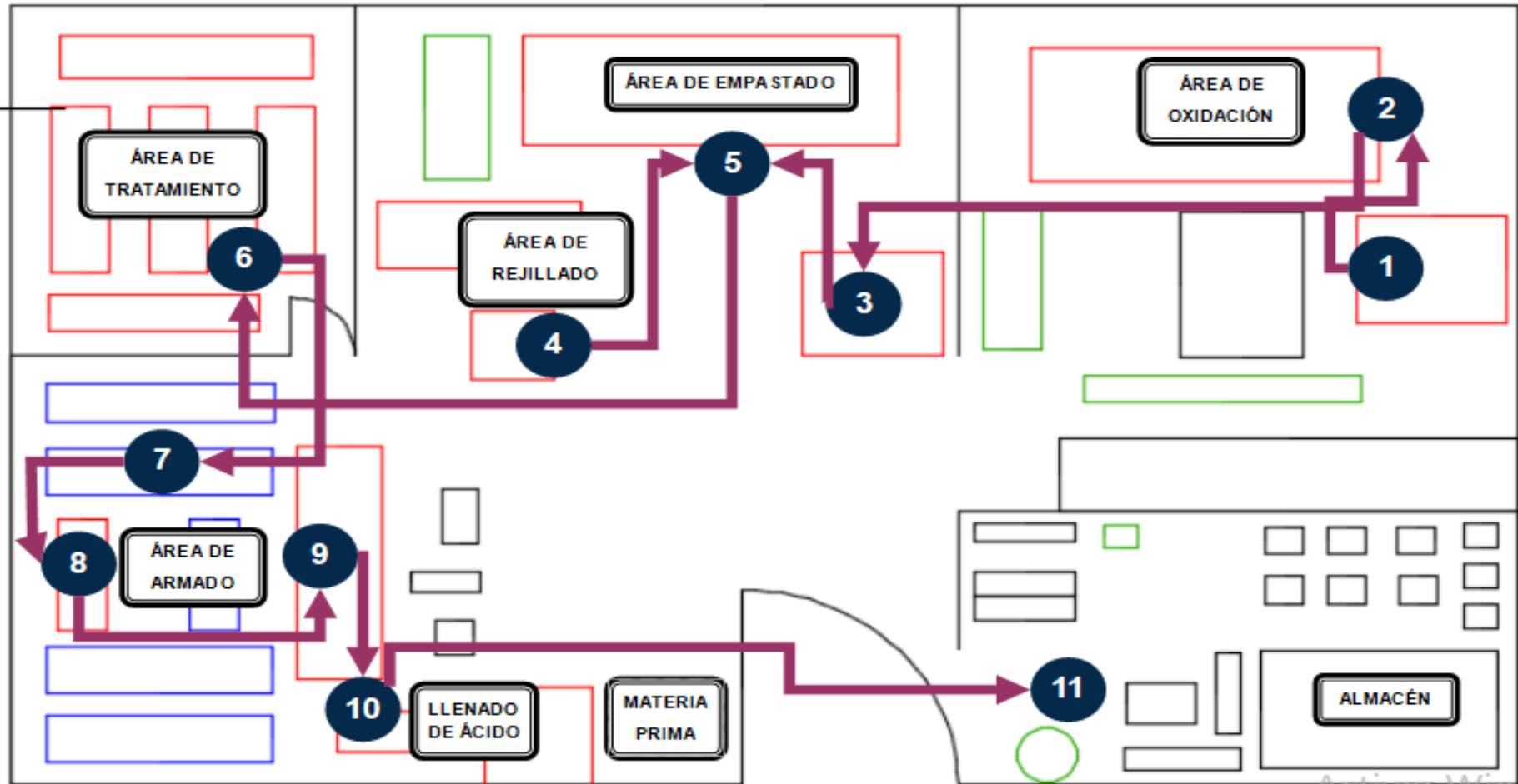
El cambio realizado se encuentra en el área de oxidación (puntos 1 y 2) y el área de rejillado y empastado (puntos 3, 4 y 5). Al intercambiar la posición de estas Áreas, el proceso productivo sigue una línea de producto de inicio a fin.

Para esta propuesta, luego de conversarlo con los directivos de la empresa, se tomó la decisión de no realizarla, ya que ellos manifiestan haber realizado el diseño siguiendo el mismo principio; siendo esta la limitante principal para implementar esta propuesta como parte de la presente investigación.

El rediseño propuesto se observa en la Figura 16, mostrada a continuación:

**Figura 16**

*Distribución de Planta Propuesto*



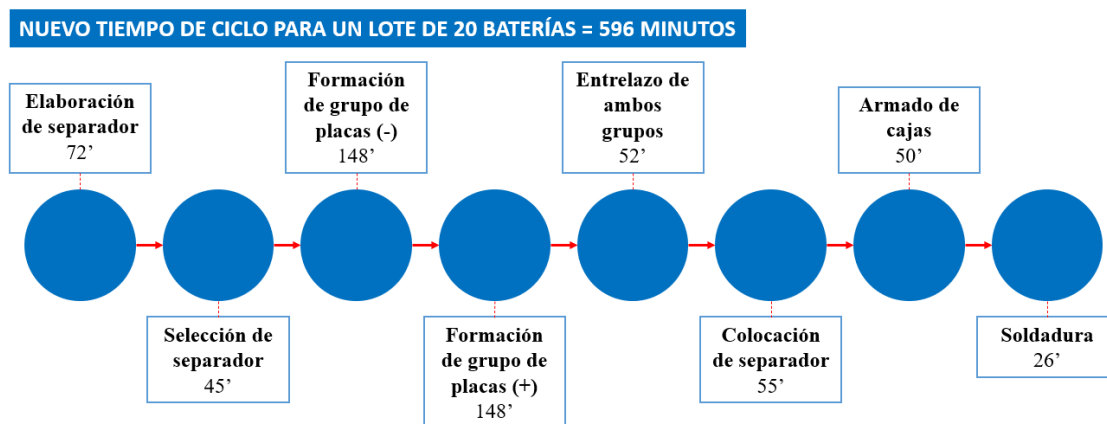
*Nota. Elaboración Propia*

## 9.2. Revisión de actividades en el subproceso que genera “cuello de botella”

Gracias al DAP y al Diagrama de Recorrido, se inserta un nuevo concepto en esta tesis: cuello de botella; y eso ocurre porque una de las etapas del proceso está retrasando la producción.

**Figura 17**

*Cuello de Botella: Armado de Baterías – Antes de la mejora*



*Nota.* Elaboración Propia

Se propuso renovar una máquina que apoya al armado de baterías, ya que por el mismo uso se ha ido deteriorando con el tiempo. Reemplazando dicha máquina es posible eliminar dos actividades de este cuello de botella: La selección de separador y la posterior colocación de este en las placas negativas. Así se reduciría el tiempo en 160 minutos.

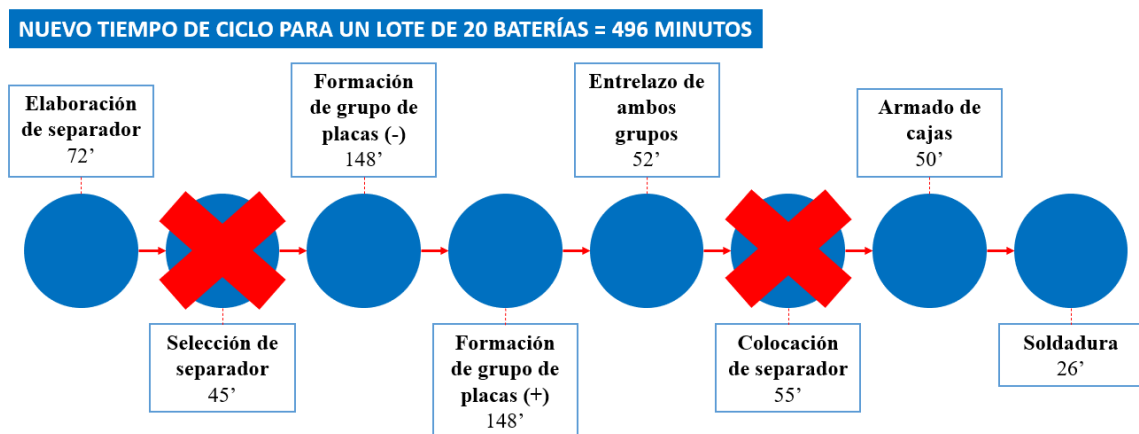
La máquina en uso provoca que, al soldar el plomo, caigan residuos. Para no disminuir la calidad de la batería, la empresa opta por colocar los separadores en las placas negativas después de formar los grupos mediante la soldadura. Sin embargo, incrementa considerablemente el tiempo de armado ocasionando el cuello de botella.

Por todo ello, se evalúa la posibilidad de comprar y/o fabricar una nueva maquinaria que no genere estos residuos. Así, en lugar de colocar un molde en la máquina que fabrica los separadores, se colocaría directamente las placas y se soldarían directamente formando los grupos de placas negativas.

En la Figura 18 se observa cuáles son las actividades que se estarían eliminando, esperando reducir el tiempo de ciclo en un 16.78%.

**Figura 18**

*Cuello de Botella: Armado de Baterías – Después de la mejora*



*Nota.* Elaboración Propia

Para corroborar la eficacia de lo implementado, se realizará un nuevo DAP que evalúe todas las mejoras implementadas.

### 9.3. Estandarización del proceso de fabricación de baterías de ácido-plomo de la empresa

El primer paso para realizar esta estandarización es la caracterización de cada proceso que posee la empresa. En este caso, únicamente del proceso productivo de fabricación de baterías de ácido-plomo. A continuación, se muestra la caracterización de cada uno de ellos, acompañados de su respectivo mapa de procesos.

En primer lugar, el subproceso de elaboración de rejillas es el que da inicio al proceso productivo de fabricación de baterías de ácido-plomo. Comprende desde el traslado de la materia prima (barras de plomo antimoniado) a la estación de trabajo hasta el lijado de los bordes de cada rejilla y su control respectivo (registro de cantidades, pesos y control de calidad de lo obtenido).

**Tabla 22**

*Caracterización del Subproceso de Elaboración de Rejillas*

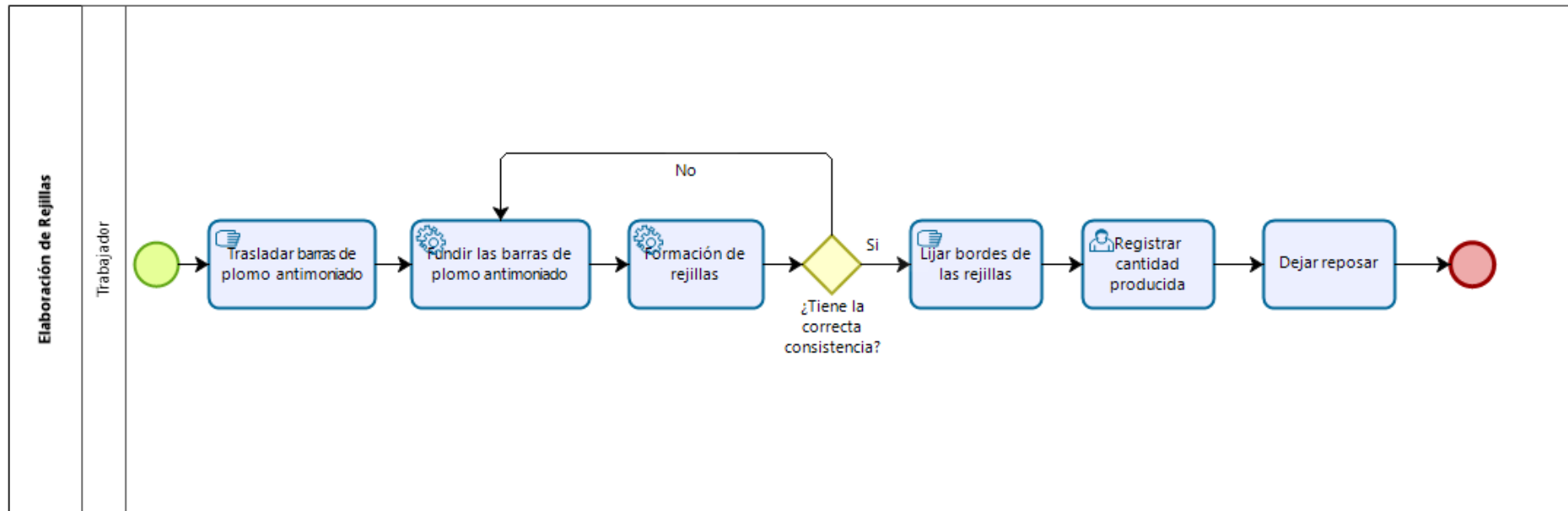
Subproceso "Elaboración de Rejillas"				
<b>Objetivo:</b> Fabricación de rejillas de plomo antimoniado.				
<b>Responsable:</b> Jefe de Planta				
Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Cientes
- Proveedor de barras de plomo antimoniado	- Barras de plomo antimoniado	- Identificar estado de la maquina - Recibir orden de producción - Fundir las barras de plomo en el horno - Formación de las rejillas en la maquina - Inspección visual - Lijado de los bordes de la rejilla	- Rejillas	- Proceso de Empastado
Recursos	Documentación	Riesgos	Controles	Indicadores
- Jefe de Planta - Máquina de Rejillado - Horno - Lijas - Un trabajador	<b>Interna</b> - DAP <b>Externa</b> - Manual de uso de maquina <b>Registro</b> - Reporte diario de producción	<b>Maquinaria</b> - Fallas en la maquinaria de rejillado <b>Mano de obra</b> - Quemaduras <b>Método</b> - Procedimientos inadecuados <b>Materiales</b> - Material en mal estado	- Mantenimiento autónomo - Personal capacitado y con experiencia - EPP's	- Productividad en el Rejillado - Eficiencia Hora-Hombre - Eficiencia de la Materia Prima - Tiempo de producción

*Nota.* Elaboración Propia

En este caso, como control, se toma nota de las cantidades de plomo utilizado y el número de rejillas obtenidas con él. Además, se adicionó la obtención de un dato adicional: el tiempo. Con esto, se busca tener un control también del tiempo utilizado y así medir las eficiencias. Al no haber merma en este subproceso, no se toma nota de ello; sin embargo, si se debe iniciar a tomar control de las rejillas reprocesadas, para futuras mejoras en este subproceso.

**Figura 19**

*Mapeo de subproceso de Elaboración de Rejillas*



*Nota.* Elaboración Propia

En segundo lugar, el subproceso de elaboración de masa positiva sucede en paralelo al de la elaboración de rejillas. Inicia con el traslado de la materia prima (barras de plomo refinado) a la estación de trabajo hasta la elaboración de las masas positivas y negativas, junto con su control respectivo (registro de cantidades, pesos y control de calidad de lo obtenido).

En este subproceso en particular, se implementan controles de tiempo por el molino. Al ser una actividad que se realiza una vez a la semana, debe producirse suficiente para abastecer la producción durante ese lapso. Por ello, es importante evaluar la eficiencia y eficacia de lo producido. En este caso, no se produce ni merma ni reproceso, se utiliza todo lo obtenido, primero del molino y luego del “trompo”.

**Tabla 23**

*Caracterización de Subproceso de Elaboración de Masa Positiva y Negativa*

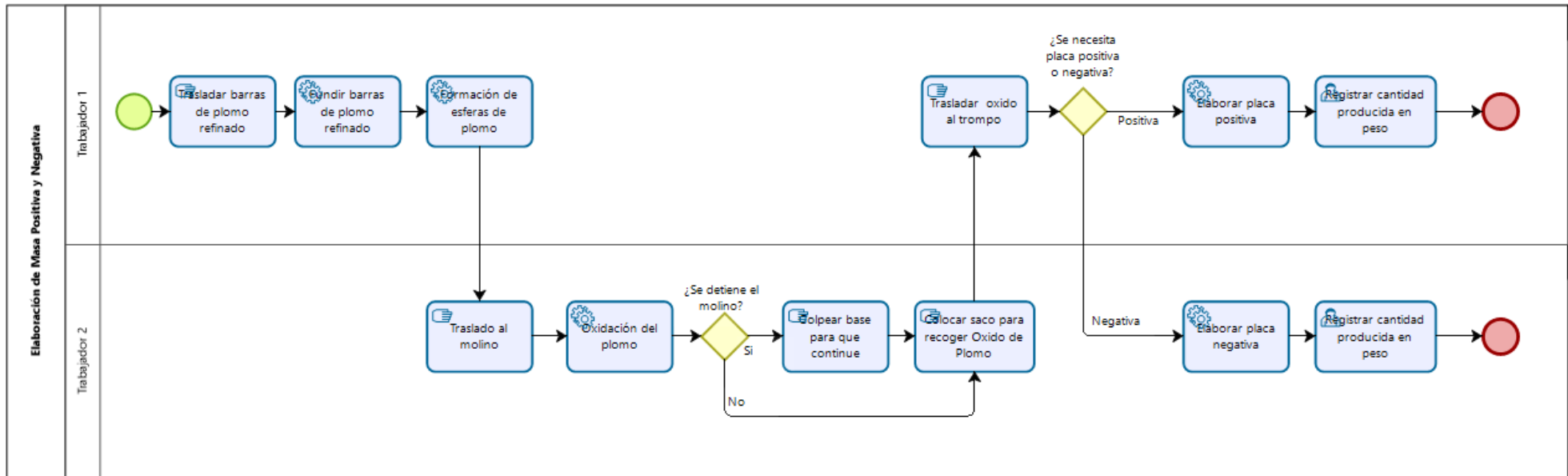
<b>Subproceso "Elaboración de Masa Positiva y Negativa"</b>				
<b>Objetivo del Proceso:</b> Fabricación de masa positiva y negativa				
<b>Responsable:</b> Jefe de Planta				
<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Salidas</b>	<b>Clientes</b>
- Proveedor de barras de plomo refinado	- Barras de plomo refinado - Agua destilada - Ácido sulfúrico - Oxígeno - Otros aditivos químicos en menor proporción	- Identificar estado de la maquina - Recibir orden de producción - Colocar barras de plomo en horno - Transformar en esferas de plomo - Ingresar bolas de plomo en molino - Oxidación en el molino - Cambio de bolsas donde se coloca el oxido - Traslado de los sacos al trompo - Elaboración de masas positivas y negativas en el plomo	- Masa positiva - Masa negativa	- Proceso de Empastado
<b>Recursos</b>	<b>Documentación</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Controles</b>	<b>Indicadores</b>
- Jefe de Planta - Maquina formadora de bolas - Molino - “Trompo” - Horno - Sacos o bolsas grandes - Dos trabajadores	<b>Interna</b> - DAP <b>Externa</b> - Manual de uso de maquinas <b>Registro</b> - Reporte diario de producción	<b>Maquinaria</b> - Fallas en el molino <b>Mano de obra</b> - Quemaduras - Inhalación de partículas <b>Método</b> - Procedimientos inadecuados <b>Materiales</b> - Material en mal estado	- Mantenimiento autónomo - Personal capacitado y con experiencia - EPP's	- Productividad - Oxidación - Eficiencia Hora – Hombre - Eficiencia de la Materia Prima - Tiempo de Producción

*Nota.* Elaboración Propia



**Figura 20**

*Mapeo de subproceso de Elaboración de Masa Positiva y Negativa*



Nota. Elaboración Propia

En tercer lugar, el subproceso de elaboración de las placas positivas y negativas consolida los productos en proceso obtenidos de los dos subprocesos mencionados con anterioridad. Inicia con la carga de la máquina de empastado con las rejillas y la masa positiva o negativa, dependiendo de la placa que se desee fabricar y termina con el reposo de las placas en los pallets, junto con su control respectivo (registro de cantidades, pesos y control de calidad de lo obtenido).

En este subproceso, la máquina tiene paradas constantes. Esto por la acumulación de masa en el punto de alimentación o por el sobrecalentamiento de esta (información brindada por el Jefe de Planta). Al tener esta particularidad, se presentan placas para reproceso. Es importante iniciar a tomar control de ello para futuras mejoras en este subproceso.

**Tabla 24**

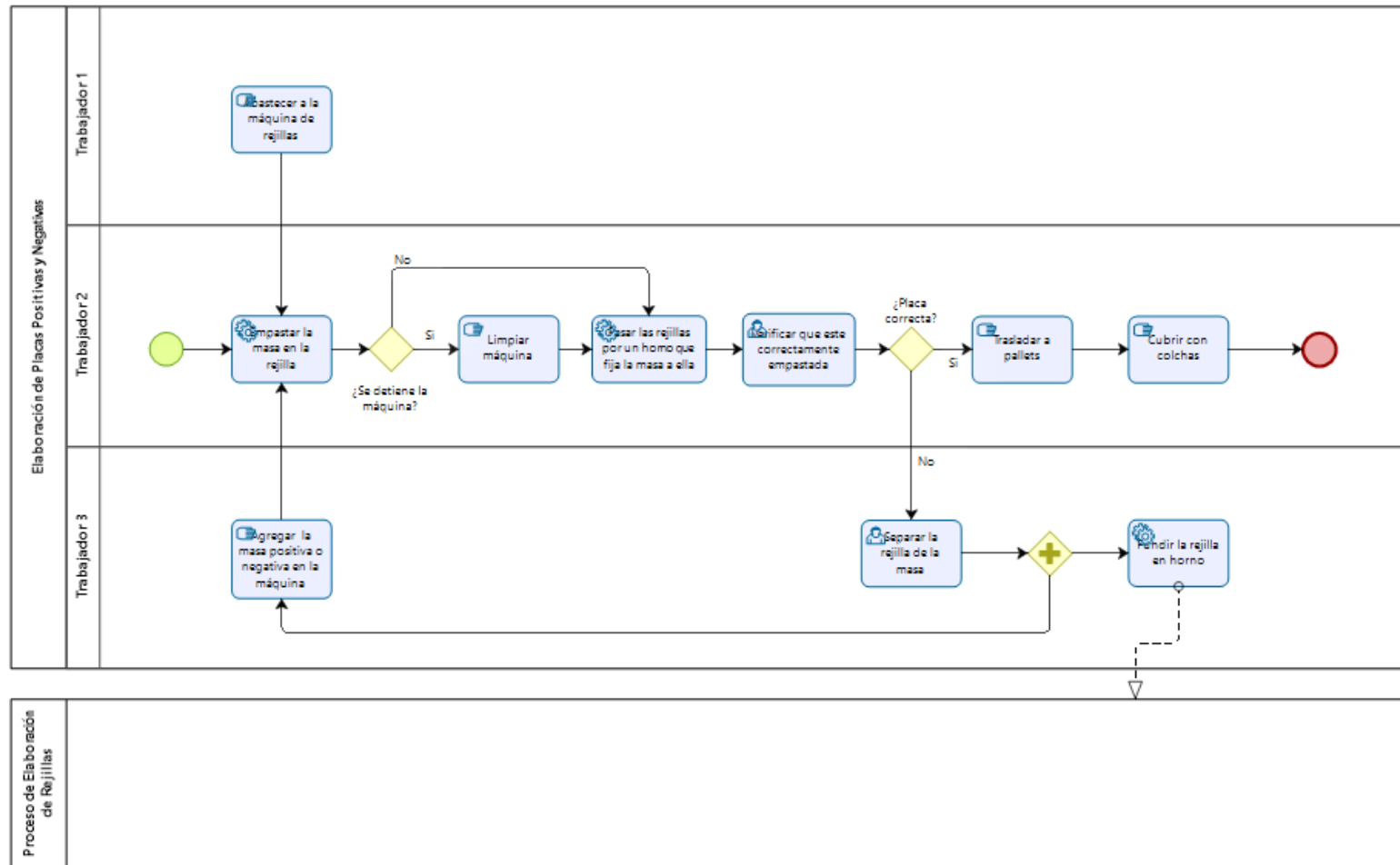
*Caracterización de Subproceso de Elaboración de Placas Positiva y Negativa*

<b>Subproceso "Elaboración de Placas Positiva y Negativa"</b>				
Objetivo del Proceso: Fabricación de placas positivas y negativas				
Responsable: Jefe de Planta				
<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Salidas</b>	<b>Clientes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de elaboración de rejillas</li> <li>- Proceso de elaboración de masa positiva y negativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rejillas</li> <li>- Masa positiva</li> <li>- Masa negativa</li> <li>- Agua destilada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar estado de la máquina</li> <li>- Recibir orden de producción</li> <li>- Colocar rejillas en la máquina</li> <li>- Colocar masa positiva o negativa</li> <li>- Inspección visual</li> <li>- Colocar en pallets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Placa positiva</li> <li>- Placa negativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de tratamiento</li> </ul>
<b>Recursos</b>	<b>Documentación</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Controles</b>	<b>Indicadores</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jefe de Planta</li> <li>- Máquina de Empastado</li> <li>- Pala</li> <li>- Pallets</li> <li>- Frazada</li> <li>- Cuatro a cinco trabajadores</li> </ul>	<p><b>Interna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DAP</li> </ul> <p><b>Externa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual de uso de maquinas</li> </ul> <p><b>Registro</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporte diario de producción</li> </ul>	<p><b>Maquinaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fallas en la máquina de empastado</li> </ul> <p><b>Mano de obra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lumbalgia</li> </ul> <p><b>Método</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedimientos inadecuados</li> </ul> <p><b>Materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Material en mal estado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento autónomo</li> <li>- Personal capacitado y con experiencia</li> <li>- EPP's</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Productividad Empastado</li> <li>- Productividad Oxidación</li> <li>- Eficiencia Hora – Hombre</li> <li>- Eficiencia de la Materia Prima</li> <li>- Tiempo de Producción</li> <li>- Número de placas reprocesadas</li> </ul>

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 21**

*Mapeo de subproceso de Elaboración de Masa Positiva y Negativa*



Nota. Elaboración Propia

En cuarto lugar, el subproceso de tratamiento de las placas positivas y negativas es el que le da el valor diferenciador a las baterías de la empresa, como se mencionó anteriormente. Inicia con el traslado de las placas a las macetas donde serán cargadas eléctricamente y finaliza con el secado de cada una de ellas, junto con su control respectivo (registro de cantidades, pesos y control de calidad de lo obtenido).

En este subproceso, se busca tener un control también del tiempo utilizado y así medir las eficiencias. Al no haber merma ni reproceso en este subproceso, no se toma nota de ello.

**Tabla 25**

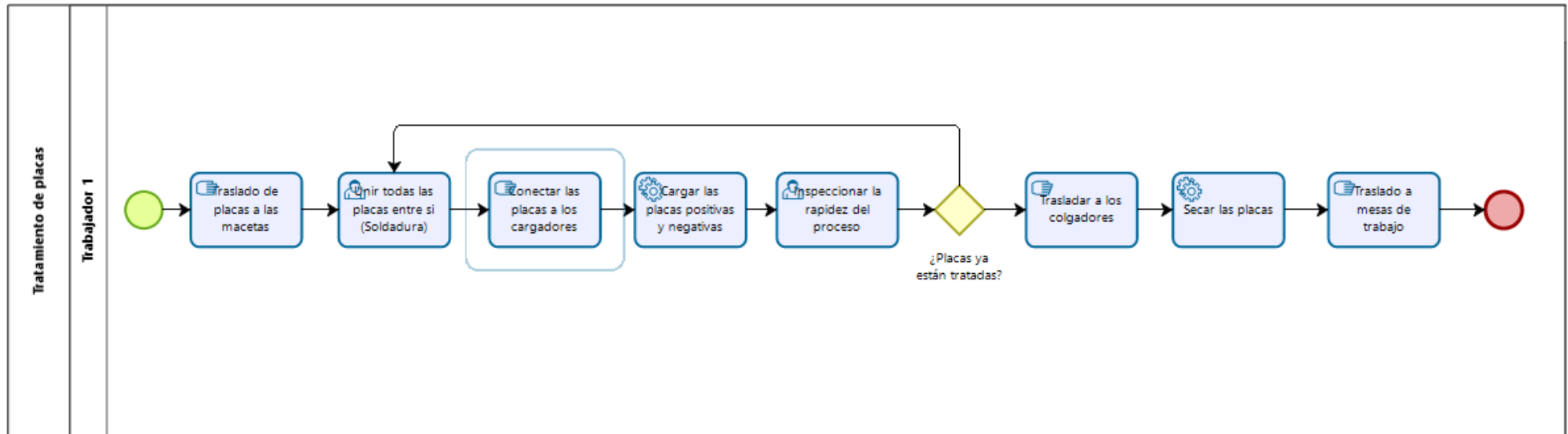
*Caracterización de Subproceso de Tratamiento de Placas*

<b>Subproceso "Tratamiento de placas"</b>				
Objetivo del Proceso: Fabricación de placas positivas y negativas				
Responsable: Jefe de Planta				
<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Salidas</b>	<b>Clientes</b>
- Proceso de empastado	- Placas positivas - Placas negativas - Varillas de plomo	- Recibir orden de producción - Colocar las placas en "macetas" - Unir todas las placas mediante varillas de plomo (soldadura) - Cargar las placas con energía de los cargadores de baterías - Inspección visual - Secado de las placas	- Placa tratada positiva - Placa tratada negativa	- Proceso de Armado de Baterías
<b>Recursos</b>	<b>Documentación</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Controles</b>	<b>Indicadores</b>
- Jefe de Planta - Cargadores de batería - Pinzas - Colgadores - "Macetas" - Maquina soldadora	<b>Interna</b> - DAP <b>Externa</b> - Manual de uso de cargador de batería <b>Registro</b> - Reporte diario de producción	<b>Maquinaria</b> - Fallas en la maquina o en la energía eléctrica <b>Mano de obra</b> - Inhalación de partículas y gases tóxicos <b>Método</b> - Procedimientos inadecuados <b>Materiales</b> - Material en mal estado	- Mantenimiento autónomo - Personal capacitado y con experiencia - EPP's	- Productividad Tratamiento de placas - Eficiencia Hora – Hombre - Tiempo de producción

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 22**

*Mapeo de subproceso de Tratamiento de Placas*



*Nota. Elaboración Propia*

En último lugar, el subproceso de armado de baterías es la que brinda el producto terminado. Inicia con el corte de las placas positivas y negativas en 2 unidades y finaliza con el traslado de la batería de ácido-plomo al almacén, junto con su control respectivo (registro de cantidades, pesos y control de calidad de lo obtenido).

Este subproceso es el que más controles de calidad posee: El barómetro que controla que la batería esté correctamente sellada; el densímetro, que mide la mezcla de ácido sulfúrico y agua destilada que llena la batería se ingrese en la proporción correcta; y, el voltímetro, que evalúe que efectivamente tenga energía a través del voltaje. Sin embargo, al ser un subproceso manual, se deben controlar también los tiempos, para obtener la eficiencia y eficacia del subproceso. Al no haber merma ni reproceso, no se toma nota de ello.

**Tabla 26**

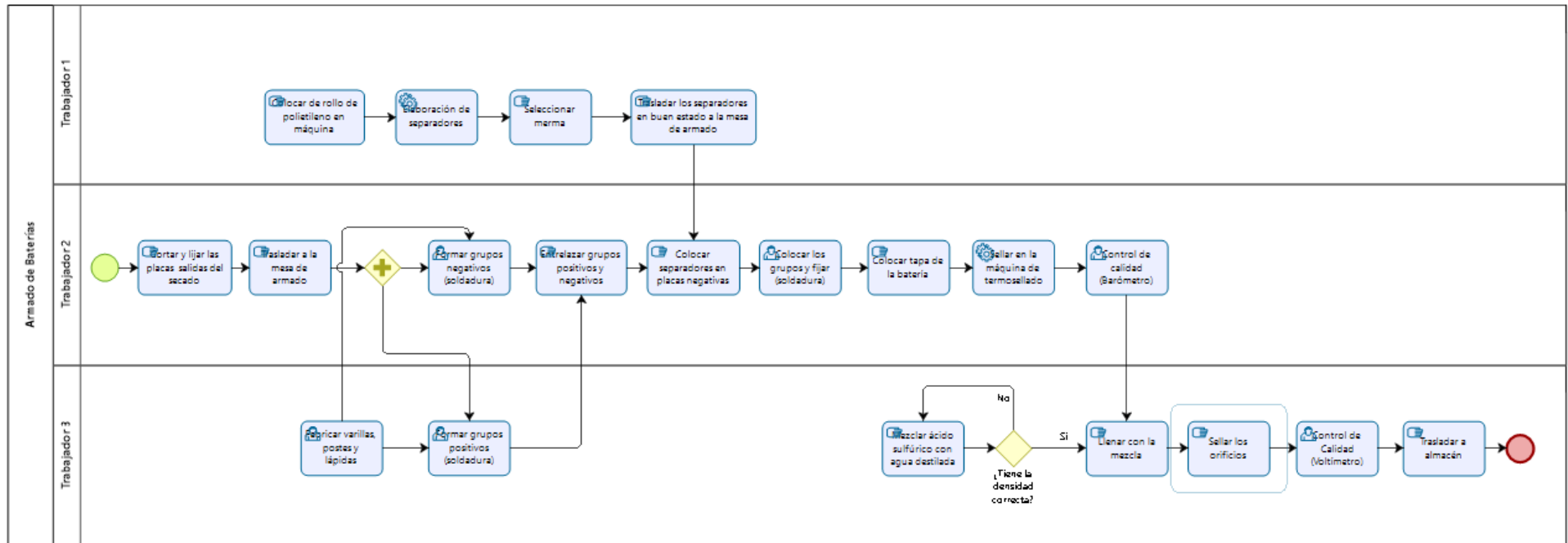
*Caracterización de Subproceso de Armado de Baterías*

Subproceso "Armado de baterías"				
Objetivo del Proceso: Fabricación de las baterías según orden de producción y requerimiento de cliente.				
Responsable: Jefe de Planta				
Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de tratamiento de placas</li> <li>- Procedimiento para elaboración de separadores</li> <li>- Procedimiento para elaboración de varillas, postes y lapidas</li> <li>- Proveedor de cajas</li> <li>- Proveedor de ácido sulfúrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Placas tratadas positivas</li> <li>- Placas tratadas negativas</li> <li>- Separadores</li> <li>- Varillas, postes y lapidas</li> <li>- Caja</li> <li>- Ácido sulfúrico</li> <li>- Agua destilada</li> <li>- Lija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparar la maquina</li> <li>- Recibir orden de producción</li> <li>- Separar en dos unidades las placas tratadas</li> <li>- Lijar los bordes de las placas</li> <li>- Formado de grupos positivos y negativos (Soldadura)</li> <li>- Intercalar grupos positivos con negativos</li> <li>- Colocar en la caja de batería los grupos</li> <li>- Preparar y acondicionar máquina de sellado</li> <li>- Sellado de batería</li> <li>- Verificar con un barómetro que está totalmente sellada</li> <li>- Mezcla de ácido sulfúrico con agua destilada</li> <li>- Llenado de ácido en la batería</li> <li>- Colocar tapas a los orificios</li> <li>- Verificar con el voltímetro que la batería funciona</li> <li>- Trasladar al almacén</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batería de ácido plomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clientes externos, en Lima y provincias</li> </ul>
Recursos	Documentación	Riesgos	Controles	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jefe de Planta</li> <li>- Máquina de Armado de baterías</li> <li>- Tres trabajadores</li> <li>- Máquina para soldar</li> <li>- Máquina para sellar</li> <li>- Barómetro</li> <li>- Voltímetro</li> <li>- Densímetro</li> </ul>	<p><b>Interna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DAP</li> </ul> <p><b>Externa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual de uso de maquina selladora</li> <li>- Hoja de MSDS de Ácido sulfúrico</li> </ul> <p><b>Registro</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporte diario de producción</li> </ul>	<p><b>Maquinaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fallas en la máquina de sellado</li> </ul> <p><b>Mano de obra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quemaduras</li> <li>- Lumbalgia</li> <li>- Inhalación de partículas y gases tóxicos</li> </ul> <p><b>Método</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedimientos inadecuados</li> </ul> <p><b>Materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Material en mal estado</li> <li>- Herramientas en mal estado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento autónomo</li> <li>- Personal capacitado y con experiencia</li> <li>- EPP's</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Productividad del armado de baterías</li> <li>- Eficiencia Hora – Hombre</li> <li>- Eficiencia Materia Prima</li> <li>- Tiempo de producción</li> </ul>

Nota. Elaboración Propia

**Figura 23**

*Mapeo de subproceso de Armado de Baterías*



Nota. Elaboración Propia



Al finalizar de realizar estos documentos, se entregó una copia de cada uno de ellos a los trabajadores de la empresa, así como a sus directivos.

Finalmente, se programaron cinco capacitaciones de 60 minutos cada una, para la explicación de la estandarización del proceso y como esto repercute en la producción y en su labor diaria. En la Tabla 26 se puede visualizar un Diagrama de Gantt con el cronograma de las capacitaciones.

**Tabla 27**

*Diagrama de Gantt para capacitación en Estandarización del Proceso Productivo*

ACTIVIDAD	INICIO	FECHA PROGRAMADA	PORCENTAJE COMPLETADO	PERIODOS				
				1	2	3	4	5
Elaboración de rejillas	1	25/11/2019	100%					
Elaboración de masa positiva y negativa	2	26/11/2019	100%					
Elaboración de placas positivas y negativas	3	27/11/2019	100%					
Tratamiento de placas	4	28/11/2019	100%					
Armado de baterías	5	29/11/2019	100%					

*Nota.* Elaboración Propia

Asimismo, en la Figura 24 se puede observar que el 100% del personal involucrado en la producción de baterías de ácido-plomo participó de las capacitaciones brindadas.

**Figura 24**

*Registro de capacitación del personal*

REGISTRO DE CAPACITACIÓN					
TEMA(S) QUE SE TRATARON	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE BATERÍAS DE ÁCIDO-PLOMO				
NOMBRE DEL CAPACITADOR	JEANNIE MANRIQUE / OMAR CUETO				
NÚMERO DE HORAS	5 HORAS ( 1 HORA POR FECHA)				
RESPONSABLE DEL REGISTRO					
NOMBRE:	Milser Carranza Viton				
CARGO:	SUPERVISOR DE PLANTA				
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS PARTICIPANTES	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	FECHA 4	FECHA 5
Milser Carranza Viton	✓	✓	✓	✓	✓
Ricardo Hanco Huaracallo	✓	✓	✓	✓	✓
Elder Saavedra Vargas	✓	✓	✓	✓	✓
Revelino Perez Soto	✓	✓	✓	✓	✓
Rafael Allauca Antaurco	✓	✓	✓	✓	✓
Roger Luque Condori	✓	✓	✓	✓	✓

*Nota.* Elaboración Propia

## CAPITULO III. RESULTADOS

### 1. Resultados de las Mejoras

#### 1.1. Respuesta a la pregunta de investigación

Si, a través de las mejoras planteadas al proceso productivo se logró incrementar la productividad de la empresa.

Al evaluar el impacto que tuvo cada mejora en la empresa, estos fueron los resultados:

- Con esta nueva distribución de planta se reducen los traslados en 44.57%, ya que el recorrido del producto se reduce de 83 metros a 46 metros, siguiendo por fin, la línea de producción de la fabricación de baterías.
- Con respecto a las actividades en el subproceso que genera “cuello de botella”, el tiempo de ciclo se redujo en 100 minutos, que representa el 16.78 % únicamente al renovar la máquina que estaba ya se encontraba desgastada, eliminando dos actividades.
- A cada trabajador se le brindaron los cuadros y mapas elaborados, así como una capacitación en ellos. Luego de una semana de ello, se volvió a evaluar los tiempos de producción. En el DAP inicial, se observa un tiempo total de 10869 minutos, sin embargo, en un segundo DAP el tiempo total fue de 8180 minutos. En porcentaje, representa una reducción de tiempo del 24.74%.

Lo cual se evidencia con la Figura 25 siguiente DAP, final.

Figura 25

Diagrama de Actividades de Proceso posterior a la mejora (DAP final)

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO							
Diagrama No. Hoja No.1		OPERARIO <input checked="" type="checkbox"/>		MATERIAL <input type="checkbox"/>		EQUIPO <input type="checkbox"/>	
Objetivo:		RESUMEN					
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA		
Proceso analizado:		Operación	21				
Producción de baterías de plomo		Transporte	5				
Metodo:		Espera	3				
Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Inspección	4				
Localización:		Almacenamiento	1				
Industria de Baterías Villsa S.R.L.		Distancia (m)	46				
Operario:		Tiempo (hr/hombre)					
Trabajador 1		Costo					
Elaborado por:		Total					
Fecha:		Comentarios					
Aprobado por:							
Fecha:							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo			Observaciones
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Traslado de plomo al horno	1	25	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fundido del plomo	1		50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rejillado	1		550	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Traslado de plomo al horno	1	6	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Formado de esferas de plomo	1		100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oxidación del plomo	1		750	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Traslado del oxido de plomo al trompo	1	2	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Elaboración de masa positiva y negativa	1		375	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reposo de rejillas y masa	1		245	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Empastado	4		300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reposo de placas sin tratar	1		2880	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Traslado al área de tratamiento y acondicionamiento	1	6	100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Tratamiento de placas	1		2200	●				
Secado de placas	1		90	●				
Corte y espigado de placas tratadas	1		40	●				
Elaboración de separadores de polietileno	1		72	●				
Preparación para el armado de batería	1		5	●				
Agrupamiento de placas (Soldadura)	1		180	●				
Cruce de los grupos de placas positivas y negativas	1		15	●				
Traslado de cajas al área de armado	1	7	3	●				
Adición de los grupos en las cajas	1		20	●				
Fijación de los grupos de las cajas (soldadura)	1		15	●				
Colocación de la tapa de la caja	1		15	●				
Acondicionamiento de la maquina de sellado	1		50	●				
Sellado de la batería	1		30	●				
Control de calidad (Barometro)	1		5				●	
Preparación de la mezcla de agua y acido sulfúrico	1		5	●				
Inspección de proporcionalidad de la mezcla	1		3				●	
Llenado de ácido en la batería	1		40	●				
Sellado de orificios de la batería	1		2	●				
Control de calidad (Voltmetro)	1		10				●	
Traslado al almacen	1		10					●
<b>TOTAL</b>			<b>8180</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

Nota. Elaboración Propia

## 1.2.Productividad

Para evaluar la productividad y cuantificar las mejoras implementadas, se tomó como referencia que ellos podían producir en un mes, basados en los tiempos obtenidos antes de la propuesta y los obtenidos después de la mejora.

Como se observa en los resultados del estudio de tiempos, ellos tardan 9.75 horas en fabricar un lote de veinte baterías de ácido plomo, lo que resulta en 420 baterías al mes (ver Tabla 26)

**Tabla 28**

*Nivel de Productividad antes de la mejora*

Tiempo estándar de fabricación	9.75	horas por lote
Número de horas al día	8	
Número de días laborables al mes	25	
Números de lotes al mes	21	
Numero de baterías por lote	20	
<b>Numero de baterías al mes</b>	<b>420</b>	<b>baterías al mes</b>

*Nota.* Elaboración Propia

Luego de aplicar las mejoras, se logró incrementar dicha productividad a 540 baterías producidas al mes (ver Tabla 29).

**Tabla 29**

*Nivel de Productividad después de la mejora*

Tiempo estándar de fabricación	7.35	horas por lote
Número de horas al día	8	
Número de días laborables al mes	25	
Números de lotes al mes	27	
Numero de baterías por lote	20	
<b>Numero de baterías al mes</b>	<b>540</b>	<b>baterías al mes</b>

*Nota.* Elaboración Propia

Comparando el número de baterías producidas al mes encontrado con el número de baterías obtenido luego de implementadas las mejoras, se obtiene que la productividad se incrementó en un 22.22%, ya que sube de 420 a 540 baterías (ver Tabla 30).

**Tabla 30**

*Incremento de la Productividad*

<b>Productividad Actual</b>	<b>Productividad con la Propuesta</b>	<b>% Incremento</b>
420	540	22.22%

*Nota.* Elaboración Propia

## 2. Evaluación Económica

A partir de lo planteado, se procede a consolidar todos los costos involucrados y así conocer si el presente proyecto es viable o no económicamente.

### 2.1. Costos de Producción

Se solicitó información a la empresa de todos los costos involucrados en la producción únicamente, los cuales son presentados a continuación:

Los costos de materia prima incluyen los principales insumos que se requieren para fabricar una batería de ácido plomo. Para la presente investigación, se toma como referencia los costos del modelo de batería 1215, la cual representa el 80% de lo que se fabrica en planta.

**Tabla 31**

*Costos de Materia Prima*

<b>Materia Prima</b>	<b>Medida</b>	<b>Cant. MP por batería</b>	<b>Soles/MP por batería</b>
Caja de Batería	Und.	1	19.50
Separadores	Und.	42	12.20
Plomo de “Segunda”	Kg	1.20	7.20
Plomo Refinado	Kg	12.60	55.20
Plomo Antimoniado	Kg	6.20	52.40
Ácido Sulfúrico	Kg	1.90	2.50
	<b>Total</b>		<b>149.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia



Para los costos de personal, se tomó el sueldo de los 6 trabajadores en planta y el supervisor de producción. No se logró obtener el sueldo de los demás trabajadores de la empresa, por ello el análisis del presente solo involucra los costos que afectan directamente al producto.

**Tabla 32**

*Costos de Personal*

Costos Personal	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Mensual Promedio	Soles / H
Operarios	6	1650	9900	8.60
Supervisor	1	2500	2500	13.03
<b>Total</b>				<b>21.62</b>

*Nota.* Elaboración Propia

Para los servicios se utilizaron los datos brindados por el Supervisor de Planta, quien indicó que eran costos promedios mensuales de la luz, el agua destilada, gas y oxígeno.

**Tabla 33**

*Costos de Servicios*

Costos de Servicios (Promedio)	Soles por mes
Electricidad	3500.00
Agua Destilada	500.00
Oxigeno	100.00
Gas	1677.00
<b>Total</b>	<b>5777.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

## 2.2. Flujo de Caja Sin Proyecto

Asimismo, se realizó un pronóstico sobre el número de baterías producidas basado en el corto historial que posee la empresa. Con esta información, se elaboró el flujo de caja sin proyecto.

Basándonos en que el 80% de lo que se produce es el modelo de batería objeto de estudio (modelo de materia 1215), se toma como referencia el precio de venta de dicha batería para realizar el costeo.

**Tabla 34**

### *Flujo de Caja sin Proyecto*

<b>BIMESTRE</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>INGRESOS</b>		487	488	489	490	491	492
Precio unit.		300	300	300	315	315	315
<b>Total Ingresos</b>	<b>0</b>	<b>146,100.00</b>	<b>146,400.00</b>	<b>146,700.00</b>	<b>154,350.00</b>	<b>154,665.00</b>	<b>154,980.00</b>
<b>COSTOS/ITEM</b>							
Costos de Producción		72,563.00	72,563.00	72,563.00	76,191.15	76,191.15	76,191.15
Costos de Mano de Obra		6,486.00	6,486.00	6,486.00	6,810.30	6,810.30	6,810.30
Costos de Servicios		11,554.00	11,554.00	11,554.00	12,131.70	12,131.70	12,131.70
<b>Total Costos</b>	<b>0</b>	<b>90,603.00</b>	<b>90,603.00</b>	<b>90,603.00</b>	<b>95,133.15</b>	<b>95,133.15</b>	<b>95,133.15</b>
<b>INVERSIONES</b>							
Inversión 1		0	0	0	0	0	0
Total Inversiones	0	0	0	0	0	0	0
<b>BENEFICIOS</b>	<b>0</b>	<b>55,497.00</b>	<b>55,797.00</b>	<b>56,097.00</b>	<b>59,216.85</b>	<b>59,531.85</b>	<b>59,846.85</b>

*Nota.* Elaboración Propia

### 2.3. Inversión

Para la inversión se tomó en cuenta lo necesario para las tres mejoras planteadas:

- Para la distribución de planta se costó cuanto tomaría trasladar la maquinaria anclada al piso con todo su equipamiento, así como las horas hombre invertidas al realizar dicha labor y la inversión en repuestos o acondicionamiento de la maquinaria.

**Tabla 35**

*Inversión para la nueva distribución de planta*

<b>Costos por una nueva distribución de planta</b>	<b>Soles por mes</b>
Traslado de maquinaria	4,800.00
HH invertidas (6 x 3 días)	3,200.00
Repuestos y/o acondicionamiento de maquinaria	3,000.00
<b>Total</b>	<b>10,000.00</b>

*Nota. Elaboración Propia*

- Para el cuello de botella, el precio de la máquina, el costo de implementar y capacitar al personal en su uso fueron los factores evaluados en este criterio.

**Tabla 36**

*Inversión para optimizar el cuello de botella*

<b>Costos por una nueva distribución de planta</b>	<b>Soles por mes</b>
Compra de máquina	3,000.00
HH invertidas (2 horas)	500.00
<b>Total</b>	<b>3,500.00</b>

*Nota. Elaboración Propia*

- Para la estandarización del proceso, al ser producto total de la presente tesis, se evaluaron dos puntos: las impresiones y materiales de inducción; así como las horas hombre dedicadas a dicho aprendizaje.

**Tabla 37**

*Inversión para estandarización del proceso*

<b>Costos por una nueva distribución de planta</b>	<b>Soles por mes</b>
Útiles de escritorio y materiales	800.00
HH invertidas (2 horas)	1,000.00
Capacitadores (tesistas)	200.00
<b>Total</b>	<b>2,000.00</b>

*Nota. Elaboración Propia*

La suma de todos estos criterios dio el total de la inversión. El cuál se verá reflejado en el Flujo de Caja con Proyecto.

#### **2.4.Flujo de Caja Con Proyecto**

Para este flujo de caja se consideraron los mismos costos involucrados con la producción. Sin embargo, se incrementaron los ingresos producto de las mejoras planteados. Además, se agregan los costos de inversión planteados en el punto anterior.

**Tabla 38**

*Flujo de Caja con Proyecto*

BIMESTRE	0	1	2	3	4	5	6
<b>INGRESOS</b>		540	541	542	543	544	545
Precio unit.		300	300	300	315	315	315
<b>Total Ingresos</b>		<b>162,000.00</b>	<b>162,300.00</b>	<b>162,600.00</b>	<b>171,045.00</b>	<b>171,360.00</b>	<b>171,675.00</b>
<b>COSTOS/ITEM</b>							
Costos de Producción		80,460.00	80,609.00	80,758.00	80,907.00	81,056.00	81,205.00
Costos de Mano de Obra		6,486.00	6,486.00	6,486.00	6,810.30	6,810.30	6,810.30
Costos de Servicios		11,554.00	11,554.00	11,554.00	12,131.70	12,131.70	12,131.70
<b>Total Costos</b>	<b>0</b>	<b>98,500.00</b>	<b>98,649.00</b>	<b>98,798.00</b>	<b>99,849.00</b>	<b>99,998.00</b>	<b>100,147.00</b>
<b>INVERSIONES</b>							
Costo de Distribución de Planta	10,000						
Costo de Cuello de Botella	3,500						
Costo de Estandarización	2,000						
<b>Total Inversiones</b>	<b>15,500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>BENEFICIOS</b>	<b>-15,500</b>	<b>63,500.00</b>	<b>71,697.00</b>	<b>71,997.00</b>	<b>75,911.85</b>	<b>76,226.85</b>	<b>76,541.85</b>

*Nota.* Elaboración Propia

## 2.5.VAN y TIR

Finalmente, se comparó ambos flujos de caja para descubrir cuál es el VAN y el TIR resultante.

Para la tasa de descuento, se tomó de referencia el promedio indicado por la SBS para microempresas, el cual es 18.49%.

**Tabla 39**

*VAN - TIR*

<b>BIMESTRE</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Ingresos</b>	0	15,900.00	15,900.00	15,900.00	16,695.00	16,695.00	16,695.00
<b>Costos</b>	0	7,897.00	8,046.00	8,195.00	4,715.85	4,864.85	5,013.85
<b>Inversión</b>	15,500	0	0	0	0	0	0
<b>Beneficios</b>	<b>-15,500</b>	<b>8,003.00</b>	<b>7,854.00</b>	<b>7,705.00</b>	<b>11,979.15</b>	<b>11,830.15</b>	<b>11,681.15</b>
VAN Soles				<b>S/ 36,554.27</b>			
TIR				<b>52.03%</b>			
TASA DE DESCUENTO		18.49% ANUAL < 2.87% BIMESTRAL					

*Nota.* Elaboración Propia

Obteniendo un VAN de 36,554.27 nuevos soles podemos decir que el proyecto es económicamente viable, ya que nuestro VAN fue mayor a 0 y el TIR fue de un 52.03% (anual), lo cual implica la rapidez con la que la empresa recuperara el dinero invertido. El TIR al ser mayor que la tasa de descuento permite una decisión favorable para la implementación de las mejoras.

## CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 1. Limitaciones

Se encontraron tres limitantes en la realización de la presente tesis:

- La disponibilidad de la información. La empresa no brindó ninguna información de ningún tipo, todo lo mencionado en este trabajo es producto del diagnóstico, análisis e implementación de los autores. Los datos relacionados a los costos de producción fueron brindados por el supervisor de planta de a pocos y mediante conversaciones diarias, no fueron brindadas desde el inicio del estudio.
- El tiempo es corto mientras se trabaja y estudia en paralelo. Culminar la tesis en un año fue todo un reto que finalmente se pudo concretar.
- Una de nuestras propuestas no fue aprobada o aceptada por el gerente: la nueva distribución de planta. Él alegaba que él mismo diseñó la línea de producción y que no ameritaba realizar un cambio.

### 2. Interpretación comparativa

Tal y como fue expuesto en la introducción, Checa, P. (2014) logró incrementar la productividad de un proceso productivo en un 58.04% con su propuesta de mejora. Además, Fernández, A. y Ramírez, L. (2017) lo hicieron en un 22.18% como evidencia su tesis. Por otro lado, la presente logró incrementar la productividad en un 22.22%.

Las dos primeras tesis mencionadas, aplican distintas herramientas, como estudio de tiempos y métodos de trabajo, gestión de almacén y distribución de planta en el caso de Checa (014) y gestión por procesos en el caso de Fernández y Ramírez (2017); todas permitiendo que el objetivo se cumpla. Esta tesis, al igual que las anteriores, gracias a una nueva distribución de

planta, la optimización del cuello de botella y la estandarización del proceso productivo, lograron el objetivo planteado.

### 3. Implicancias

En relación con los resultados obtenidos en la investigación realizada, se puede identificar una serie de implicancias, tanto académicas como prácticas, las cuales se detallan a continuación:

- Obtener un marco conceptual de todas las herramientas utilizadas, así como de estudios similares tomados como antecedentes, lo que supuso una revisión sistemática de la literatura previo a la implementación de mejoras, para poder detectar posibles inconvenientes, ventajas y puntos clave a tomar en consideración.
- Identificar carencias de la empresa, a pesar de no contar con una data previa que nos guíe al realizar el primer análisis. Se realizó en un primer lugar el método de observación directa, entrevistas no estructuradas y lluvia de ideas dando paso a una investigación óptima con herramientas de la ingeniería como DAP, DOP, Checklist e Ishikawa.
- Incrementar la productividad de una empresa engloba varias variables. En particular, esta tesis buscó realizarlo a través del número de baterías fabricadas en un mes, lo que implicó un periodo de un mes como mínimo para evaluar las mejoras implementadas, es decir, los resultados se verían reflejados a largo plazo.



#### 4. Conclusiones

El principal hallazgo encontrado en la presente investigación es que se logró incrementar la productividad. Haciendo el comparativo de la productividad antes y después de las mejoras, se obtiene que la productividad se incrementó en un 22.22%.

Se plantearon propuestas de mejora para las oportunidades halladas. Para cada mejora, se obtuvo los siguientes resultados:

- Con la nueva distribución de planta propuesta se reducen los traslados en 44.57%, ya que el recorrido del producto se reduce de 83 metros a 46 metros.
- Con respecto a las actividades en el subproceso que genera “cuello de botella”, el tiempo de ciclo se redujo en 100 minutos, que representa el 16.78%.
- Con la estandarización de los procesos, se logró una reducción de los tiempos del 24.74%, lo cual se evidencia comparando el tiempo total en el DAP inicial con el tiempo total de DAP final.

Además, la implementación de lo mostrado en este trabajo de investigación es económicamente viable, ya que el VAN obtenido fue mayor a 0 y el TIR fue de un 42.39%.

Finalmente, aunque se tomó como muestra un modelo de batería de ácido-plomo 1215, las mejoras propuestas podrían impactar en todos los modelos que presenta la empresa, ya que el proceso productivo es el mismo para todas ellas.

#### 5. Recomendaciones

- Se recomienda aplicar la propuesta de mejora de la nueva distribución de planta que no fue aprobada por gerencia, ya que tendría un sustancial impacto en los recorridos y tiempos del proceso.

- Se recomienda realizar seguimiento a todos los indicadores implementados para asegurar su cumplimiento y que permita determinar cuándo hacer ajustes dentro de cada subproceso.
- Se recomienda no dejar de lado el control de calidad que se realiza en cada subproceso. Es la única forma en la que corroboramos que se tenga la calidad requerida por los clientes.
- La presente tesis fue realizada en el año 2019, previo a la situación actual del Covid-19, por ello, los resultados obtenidos pueden haberse visto afectados o pueden variar en el tiempo como consecuencia de la pandemia.

## CAPITULO V: REFERENCIAS

- Organización Mundial de la Salud (2017). *Reciclaje de baterías de plomo-ácido usadas: consideraciones sanitarias*. Cap. 1: Introducción, pág. 8. Extraído el 13 de abril del 2019 de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259445/9789243512853-spa.pdf;jsessionid=6CD910F37D4A6B7E78106A387AC51158?sequence=1>
- International Lead Association (2017). *Lead Uses – Statistics*. Extraído el 13 de abril del 2019 de <https://www.ila-lead.org/lead-facts/lead-uses--statistics>
- International Lead and Zinc Study Group (2019). *End uses of lead*. Extraído el 13 de abril del 2019 de <http://www.ilzsg.org/static/enduses.aspx?from=1>
- Ministerio de Energía y Minas (2018). *Principales Metales que Produce el Perú*. Extraído el 14 de abril del 2019 de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/GUIAS/FOLLETOS/principalesmetales.pdf>
- Revista Empresarial (2018). *Baterías automotrices: un mercado en crecimiento*. Extraído el 14 de abril del 2019 de <https://revistaempresarial.com/empresas/baterias-automotrices-un-mercado-en-crecimiento/>
- Sociedad Minero-Energética Perú (2017). *Díptico El Plomo*. Extraído el 14 de abril del 2019 de [https://issuu.com/sociedadmineroenergetica/docs/diptico\\_plomo\\_2017](https://issuu.com/sociedadmineroenergetica/docs/diptico_plomo_2017)
- Vivas Meliton, J. (2018). 100 mil baterías salen del parque automotor cada mes. Extraído el 16 de abril del 2019 de <https://www.nitro.pe/moda-auto/100-mil-baterias-salen-del-parque-automotor-cada-mes.html>
- Castillo Pulgarin J. (2016). *Propuesta de redistribución de planta para la reducción de costos operacionales y aumento en la tasa de cumplimiento de órdenes de entrega en una*

*empresa metalúrgica*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

[http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/7983/Propuesta\\_redistribucion\\_planta.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/7983/Propuesta_redistribucion_planta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Córdova Herrera J., Martínez Cardenas O. (2018). *Propuesta de un proceso de planeamiento y control de la producción, basado en la gestión por procesos y estandarización del proceso productivo para mejorar la productividad de las Mype del sector lácteo en la provincia de Cajamarca*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625580/C%C3%B3rdova\\_hj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625580/C%C3%B3rdova_hj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Salvador Flores R. (2017). *Aplicación de la ergonomía para mejorar la productividad del área sala de operaciones de cirugía general del hospital nacional edgardo rebagliati martins essalud*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1888/Salvador\\_FRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1888/Salvador_FRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pazmiño Vargas A. (2015). *Plan de requerimiento de materiales para el control de uso de inventario en la producción de buses en la empresa carrocerías Jácome*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

[http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10395/1/Tesis\\_t997id.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10395/1/Tesis_t997id.pdf)

Checa Loayza P. (2014). *Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa confecciones sol*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6298/Checa%20Loayza%2C%20Pool%20Jonathan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/707/1/TL\\_Chang\\_Torres\\_AlmendraJussely.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/707/1/TL_Chang_Torres_AlmendraJussely.pdf)

[http://200.62.146.31/bitstream/handle/cybertesis/6632/V%C3%A1squez\\_ge.pdf?sequence=1  
&isAllowed=y](http://200.62.146.31/bitstream/handle/cybertesis/6632/V%C3%A1squez_ge.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ulco Arias C. (2015). *Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias art print*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/182/ulco\\_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/182/ulco_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ganoza Vilca R. (2018). *Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa agroindustrial estanislaio del chimú*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

<http://refi.upnorte.edu.pe/bitstream/handle/11537/14846/Ganoza%20Vilca%20Rodrigo%20Alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Medina G. L., Mejías P. R. (2013). *Diseño de un plan de acción del proceso productivo de una planta embotelladora de agua mineral, ubicada en el estado de miranda*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS6020.pdf>

Yunga Sarmiento C. (2012). *Propuesta para el mejoramiento de gestión en los procesos operativos de la ferretería El Cisne*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2694/14/UPS-CT002446.pdf>

Ibañez Niklitschek C. (2016). *Diseño de propuesta de mejora para el área de producción en la empresa puerto de humos S. A*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcii.12d/doc/bpmfcii.12d.pdf>

Delgado Araujo R. (2018). *Optimización de la línea de producción de bombones de la planta artesanal don eli a través de la estandarización de las actividades de los procesos, con*

*la metodología de tiempos y movimientos.* Extraído el 16 de abril del 2019 de

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19387/1/CD-8772.pdf>

Carrillo Ampudia D. (2017). *Propuesta de mejora de la productividad en la planta*

*procesadora de lácteos "El tambo", mediante la medición del trabajo y estudio de*

*métodos, validada con software "SIMUL8".* Extraído el 16 de abril del 2019 de

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18982/1/CD-8378.pdf>

Cartier E. *¿Cómo enseñar a determinar costos? Un problema no resuelto.* Extraído el 16 de

abril del 2019 de

[eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/252.doc](http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/252.doc)

Jimenez Panaque R. (1998) *Metodología de la investigación Elementos básicos para la*

*investigación clínica.* Extraído el 16 de abril del 2019 de

[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bioestadistica/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_1998.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bioestadistica/metodologia_de_la_investigacion_1998.pdf)

Castillero Mimenza O. *Los 15 tipos de investigación y características.* Extraído el 16 de abril

del 2019 de <https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>

Echegoyen Olleta J. *Metodo hipotético – deductivo.* Extraído el 16 de abril del 2019 de

<https://www.e-torredebabel.com/Psicologia/Vocabulario/Metodo-Hipotetico-Deductivo.htm>

Alonso A. (2016). *Estudio longitudinal.* Extraído el 16 de abril del 2019 de

<https://www.psyciencia.com/definicion-de-la-semana-estudio-longitudinal/>

Martinez C. *¿Qué es la observación directa? Características y tipos.* Extraído el 16 de abril

del 2019 de <https://www.lifeder.com/observacion-directa/>

Rodríguez A. (2018). *Diferencia entre las entrevistas estructuradas y semi-estructuradas.*

Extraído el 16 de abril del 2019 de

<https://www.cuidatudinero.com/13104149/diferencia-entre-las-entrevistas-estructuradas-y-semi-estructuradas>

Llebet G. (2013). *Técnicas de recolección de datos*. Extraído el 16 de abril del 2019 de <https://gabriellebet.files.wordpress.com/2013/01/tecnicas-de-recoleccion3b3n4.pdf>

Castro, M. (2003). *El proyecto de investigación y su esquema de elaboración*. Extraído el 16 de abril del 2019 de

<http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2012/01/poblacion-y-muestra.html>

Fernández Cabrera, A. & Ramirez Olacoaga, L.M. (2017). *Propuesta de un plan de mejoras, basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad en la empresa*

*Distribuciones A & B*. Extraído el 9 de junio del 2019 de

<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4068/TESIS%20FINAL%2002-08-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Uturuno San Miguel, J. E. (2017). *Propuesta para la mejora del proceso de acondicionado, aplicando mejora continua y gestión por procesos*. Extraído el 9 de junio del 2019 de

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6538/Uturuno\\_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6538/Uturuno_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carpio Médico, L. E. B. (2017). *Implementación de la gestión por procesos para la mejora de la eficiencia y eficacia de la Unidad Gerencial de Emprendimiento Juvenil del*

*programa Jóvenes Productivos*. Extraído el 9 de junio del 2019 de

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7044/Carpio\\_ml.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7044/Carpio_ml.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Campos Angulo, L. A., & Flores Castro, C. A. (2018). *Propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento para mejorar la rentabilidad de la empresa Molicentro*

*Chepén S.A.C.* Extraído el 9 de Junio del 2019 de

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14303/Campos%20Angulo%20Luis%20Andres%20-%20Flores%20Castro%20Cristian%20Alberto-%20Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alfaro Gonzalez, H. A., & Basauri Carranza, C. A. (2018). *Propuesta de mejora en las áreas de producción y calidad para incrementar la rentabilidad de la empresa de calzados Abele S.A.C.* Extraído el 9 de Junio del 2019 de

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14673/Alfaro%20Gonzalez%20Hugo%20Alexis%20-%20Basauri%20Carranza%20Cesar%20Alfonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castillo Capello, M. (2016). Rediseño de procesos productivos, bajo enfoque basado en reducción de tiempos de espera, aplicado a una empresa del rubro de suplementos alimenticios y nutracéuticos. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140182>

Ramírez Riquelme, C. (2016). Estandarización de los procesos de fabricación de cervezas en planta piloto. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/141788>

Corredor Mahecha, C. (2015). Modelo de mejora continua de procesos para el negocio de generación de Endesa en Latam. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134178>

Rivadeneira, C. (2017). Propuesta de un modelo de simulación en el laboratorio de ingeniería de producción industrial de la Universidad de las Américas, para mejorar la productividad en procesos industriales. Extraído el 9 de junio del 2019 de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7515/1/UDLA-EC-TMDOP-2017-08.pdf>

Tapia Gudiño, F. E. (2016). Mejora de la producción de cárnicos (chorizo ahumado), en la unidad productiva de la UTN aplicando el enfoque de procesos y de mejora continua.



Extraído el 9 de junio del 2019 de

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16911/1/CD-7488.pdf>

Gillet, F. (2014). La caja de herramientas: Control de calidad. México: Grupo Editorial Patria.

[en línea] Recuperado el 11/10/2019, de

[https://books.google.com.pe/books?id=6tPhBAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=6tPhBAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Walton, M. (2004). El método Deming en la Práctica. Colombia: Editorial Norma

Winter, R. S. (2007). Manual de trabajo en equipo. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>

## CAPITULO VI: ANEXOS

### ANEXO 1. Estudio de Tiempos

**Tabla 40**

*Evaluación de desempeño para la actividad de pre-oxidación*

<b>Desempeño</b>	
Habilidad (C2)	0,03
Esfuerzo (D)	0
Condiciones (E)	-0,03
Consistencia (C)	0,01
<i>TOTAL</i>	<i>0,01</i>
<b>Factor de desempeño</b>	<b>1,01</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 41**

*Holguras variables para la actividad de pre-oxidación*

<b>Holguras Variables</b>	
Por estar parado	2%
Monotonía (Alta)	4%
<b>TOTAL</b>	<b>6%</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 42**

*Holguras para la actividad de pre-oxidación*

<b>Resumen de holguras</b>	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Fatiga variable	6%
Especial	
<b>Porcentaje de holgura total</b>	<b>15%</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 43**
*Tiempos observados en la actividad de pre-oxidación*

Pre - Oxidación		Estudio Número: 1				Fecha: Setiembre. 2019	
		Operación: Pre-Oxidación				Observador: Jeannie Manrique	
Núm. de elemento y descripción		1. Se echa plomo fundido en los moldes (4)		2. Se forme las bolas de plomo refinado.		3. Se deja caer las bolas de plomo en un recipiente.	
Nota	Ciclo	LC	TO	LC	TO	LC	TO
	1	5,41	5,41	26,87	21,46	33,59	6,72
	2	39,31	5,72	61,29	21,98	64,8	3,51
	3	70,82	6,02	91,22	20,4	93,35	2,13
	4	98,42	5,07	118,63	20,21	122,45	3,82
	5	128,12	5,67	149,85	21,73	152,89	3,04
	6	156,88	3,99	178,61	21,73	181	2,39
	7	186,47	5,47	207,62	21,15	209,75	2,13
	8	213,84	4,09	233,88	20,04	235,27	1,39
	9	240,82	5,55	262,09	21,27	266,33	4,24
	10	271,27	4,94	291,06	19,79	293,13	2,07
	11	298,3	5,17	319,35	21,05	321,53	2,18
	12	327,23	5,7	349,6	22,37	352,17	2,57
	13	357,97	5,8	379,21	21,24	381,27	2,06
	14	385,62	4,35	406,2	20,58	411,52	5,32
	15	417,2	5,68	438,85	21,65	441,43	2,58
	16	446,64	5,21	467,2	20,56	470,84	3,64
	17	474,99	4,15	495,86	20,87	498,84	2,98
	18	504,85	6,01	526,28	21,43	529,48	3,2
	19	535,37	5,89	557,02	21,65	559,37	2,35
	20	564,12	4,75	584,9	20,78	588	3,1

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 44**

*Cálculo de tiempo estándar en la actividad de pre-oxidación*

<b>RESUMEN</b>			
<b>Núm. de elemento y descripción</b>	<b>1. Se echa plomo fundido en los moldes (4)</b>	<b>2. Se forme las bolas de plomo refinado.</b>	<b>3. Se deja caer las bolas de plomo en un recipiente.</b>
TO Total	104,64	421,94	61,42
Calificación	1,01	1,01	1,01
TN Total	105,69	426,16	62,03
Núm. de observaciones	20	20	20
TN Promedio	5,28	21,31	3,10
% de holgura	15%	15%	15%
Tiempo estándar elemental	6,08	24,50	3,57
Número de ocurrencias	0	0	0
Tiempo estándar	6,08	24,50	3,57
<b>Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos)</b>			<b>34,15</b>

*Nota.* Elaboración Propia

Se concluye que en 34.15 segundos se fabrican cuatro bolas de plomo refinado.

**Tabla 45**

*Evaluación de desempeño para la actividad de armado de baterías – Trabajador 1*

<b>Desempeño 1</b>	
Habilidad (D)	0,03
Esfuerzo (D)	0
Condiciones (E)	-0,03
Consistencia (D)	0
<i>TOTAL</i>	<i>0</i>
<b>Factor de desempeño</b>	<b>1</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 46**

*Evaluación de desempeño para la actividad de armado de baterías – Trabajador 2*

<b>Desempeño 2</b>	
Habilidad (C1)	0,06
Esfuerzo (D)	0
Condiciones (E)	-0,03
Consistencia (D)	0
<i>TOTAL</i>	<i>0,03</i>
<b>Factor de desempeño</b>	<b>1,03</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 47**

*Holguras variables para la actividad de armado de baterías*

<b>Holguras Variables</b>	
Por estar parado	2%
Monotonía (Media)	1%
<b>TOTAL</b>	<b>3%</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 48**

*Holguras para la actividad de armado de baterías*

<b>Resumen de holguras</b>	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Fatiga variable	3%
Especial	
<b>Porcentaje de holgura total</b>	<b>12%</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 49**

*Tiempos observados en la actividad de armado de baterías*

<b>Armado de baterías</b>		Estudio Número: 2				Fecha: Setiembre 2019		Observador: Jeannie Manrique	
<b>Núm. de elemento y descripción</b>		Operación: Armado de Baterías							
		1. Se forman 6 grupos de placas positivas y 6 grupos de placas negativas. Se sueldan.		2. Se entrelazan. Un grupo positivo y uno negativo. Hasta completar 6 grupos. Al grupo positivo se le agrega los separadores.		3. Se coloca los grupos en las cajas y se prensan para que a través de los agujeros se conecten.		4. Se termina de soldar para unificar.	
<b>Nota</b>	<b>Ciclo</b>	<b>LC</b>	<b>TO</b>	<b>LC</b>	<b>TO</b>	<b>LC</b>	<b>TO</b>	<b>LC</b>	<b>TO</b>
	1	740,38	740,38	988,18	247,8	1134,46	146,28	1195,35	60,89
	2	2012,67	817,32	2267	254,33	2393,6	126,6	2462,04	68,44
	3	3340,04	878	3607,94	267,9	3728,14	120,2	3803,45	75,31
	4	4606,97	803,52	4887,01	280,04	5010,93	123,92	5073,78	62,85
	5	5883,86	810,08	6172,6	288,74	6299,33	126,73	6365,97	66,64
	6	7290,13	924,16	7565,72	275,59	7707,58	141,86	7781,92	74,34
	7	8556,92	775	8840,22	283,3	8987,97	147,75	9050,13	62,16
	8	9757,81	707,68	10002,7	244,89	10125,67	122,97	10192,64	66,97
	9	10954,18	761,54	11228,93	274,75	11357,46	128,53	11424,71	67,25
	10	12175,89	751,18	12439,53	263,64	12573,99	134,46	12646,96	72,97
	11	13418,24	771,28	13697,4	279,16	13822,5	125,1	13889,74	67,24
	12	14726,24	836,5	15009,3	283,06	15145,03	135,73	15206,4	61,37
	13	15985,56	779,16	16264,32	278,76	16402,79	138,47	16471,46	68,67
	14	17223,1	751,64	17504,21	281,11	17654,9	150,69	17720,22	65,32
	15	18486,9	766,68	18754,39	267,49	18886,99	132,6	18960,04	73,05
	16	19709,32	749,28	19974,83	265,51	20113,96	139,13	20176,26	62,3
	17	20957,78	781,52	21211,38	253,6	21331,76	120,38	21395,25	63,49
	18	22204,07	808,82	22465,05	260,98	22615,66	150,61	22690,71	75,05
	19	23487,83	797,12	23738,17	250,34	23879,76	141,59	23945,9	66,14
	20	24780,18	834,28	25034,83	254,65	25167,25	132,42	25241,89	74,64

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 50**

*Cálculo de tiempo estándar en la actividad de armado de baterías*

<b>RESUMEN</b>				
<b>Núm. de elemento y descripción</b>	1. Se forman 6 grupos de placas positivas y 6 grupos de placas negativas. Se sueldan.	2. Se entrelazan. Un grupo positivo y uno negativo. Hasta completar 6 grupos. Al grupo positivo se le agrega los separadores.	3. Se coloca los grupos en las cajas y se prensan para que a través de los agujeros se conecten.	4. Se termina de soldar para unificar.
TO Total	15845,14	5355,64	2686,02	1355,09
Calificación	1	1,03	1	1,03
TN Total	15845,14	5516,31	2686,02	1395,74
Núm. de observaciones	20	20	20	20
TN Promedio	792,26	275,82	134,30	69,79
% de holgura	12%	12%	12%	12%
Tiempo estándar elemental	887,33	308,91	150,42	78,16
Número de ocurrencias	0	0	0	0
Tiempo estándar	887,33	308,91	150,42	78,16
<b>Tiempo estándar total</b> (suma del tiempo estándar para todos los elementos)				<b>1424,82</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 51**

*Evaluación de desempeño para la actividad de sellado de baterías*

<b>Desempeño</b>	
Habilidad (C1)	0,06
Esfuerzo (D)	0
Condiciones (E)	-0,03
Consistencia (D)	0
<b>TOTAL</b>	<b>0,03</b>
<b>Factor de desempeño</b>	<b>1,03</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 52**

*Holguras variables para la actividad de sellado de baterías*

<b>Holguras Variables</b>	
Por estar parado	2%
Monotonía (Media)	1%
Peso	5%
<b>TOTAL</b>	<b>3%</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 53**

*Holguras para la actividad de armado de baterías*

<b>Resumen de holguras</b>	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Fatiga variable	3%
Especial	
<b>Porcentaje de holgura total</b>	<b>12%</b>

*Nota.* Elaboración Propia



**Tabla 54**

*Tiempos observados en la actividad de sellado de baterías*

Sellado de Baterías		Estudio Número: 3				Fecha: septiembre 2019			
		Operación: Sellado de Baterías				Observador: Jeannie Manrique			
Núm. de elemento y descripción		1. Encaja la tapa en la batería y coloca la batería en la máquina.		2. La máquina sella la batería		3. Coloca la batería en la mesa contigua.		4. Verifica con ayuda de un barómetro que no haya fuga.	
Nota	Ciclo	LC	TO	LC	TO	LC	TO	LC	TO
	1	59,6	59,6	103,35	43,75	109,5	6,15	129,15	19,65
	2	194,9	65,75	229,84	34,94	237,62	7,78	259,76	22,14
	3	311,62	51,86	359,62	48	365,98	6,36	386,01	20,03
	4	448,61	62,6	484,36	35,75	490,52	6,16	510,26	19,74
	5	563,99	53,73	595,62	31,63	602,34	6,72	622,79	20,45
	6	682,3	59,51	714,79	32,49	721,34	6,55	742,39	21,05
	7	783,89	41,5	822,5	38,61	830,96	8,46	851,64	20,68
	8	928,5	76,86	965,45	36,95	972,79	7,34	995,25	22,46
	9	1068,03	72,78	1103,48	35,45	1111,51	8,03	1133,16	21,65
	10	1193,56	60,4	1233,19	39,63	1241,64	8,45	1264,35	22,71
	11	1326,69	62,34	1367,38	40,69	1375,65	8,27	1395,29	19,64
	12	1465,41	70,12	1502,01	36,6	1510,54	8,53	1530,74	20,2
	13	1603,54	72,8	1634,73	31,19	1641,14	6,41	1659,28	18,14
	14	1721,14	61,86	1764,02	42,88	1772,33	8,31	1793,79	21,46
	15	1857,89	64,1	1891,19	33,3	1898,07	6,88	1920,14	22,07
	16	1981,49	61,35	2020,32	38,83	2027,07	6,75	2047,11	20,04
	17	2116,91	69,8	2155,27	38,36	2162,88	7,61	2180,68	17,8
	18	2252,28	71,6	2286,21	33,93	2294,67	8,46	2315,71	21,04
	19	2379,92	64,21	2418,42	38,5	2427,05	8,63	2445,54	18,49
	20	2518,48	72,94	2551,59	33,11	2557,84	6,25	2579,54	21,7

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 55**

*Cálculo de tiempo estándar en la actividad de sellado de baterías*

<b>RESUMEN</b>				
<b>Núm. de elemento y descripción</b>	1. Encaja la tapa en la batería y coloca la batería en la máquina.	2. La máquina sella la batería	3. Coloca la batería en la mesa contigua.	4. Verifica con ayuda de un barómetro que no haya fuga.
TO Total	1275,71	744,59	148,1	411,14
Calificación	1,03	1,03	1,03	1,03
TN Total	1313,98	766,93	152,54	423,47
Núm. de observaciones	20	20	20	20
TN Promedio	65,70	38,35	7,63	21,17
% de holgura	12%	12%	12%	12%
Tiempo estándar elemental	73,58	42,95	8,54	23,71
Número de ocurrencias	0	0	0	0
Tiempo estándar	73,58	42,95	8,54	23,71
<b>Tiempo estándar total</b> (suma del tiempo estándar para todos los elementos)				<b>125,07</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 56**

*Evaluación de desempeño para la actividad de llenado de ácido*

<b>Desempeño</b>	
Habilidad (C2)	0,03
Esfuerzo (C2)	0,02
Condiciones (D)	0
Consistencia €	-0,02
<i>TOTAL</i>	<i>0,03</i>
<b>Factor de desempeño</b>	<b>1,03</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 57**

*Holguras variables para la actividad de sellado de ácido*

<b>Holguras Variables</b>	
Por estar parado	2%
Monotonía (Media)	1%
Trabajo Fino y exacto	2%
Peso	5%
<b>TOTAL</b>	<b>10%</b>

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 58**

*Holguras para la actividad de llenado de ácido*

<b>Resumen de holguras</b>	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Fatiga variable	10%
Especial	
<b>Porcentaje de holgura total</b>	<b>19%</b>

**Tabla 59**

*Tiempos observados en la actividad de llenado de ácido*

Llenado de ácido		Estudio Número: 4				Fecha: septiembre 2019	
		Operación: Llenado de ácido				Observador: Jeannie Manrique	
Núm. de elemento y descripción		1. Transporte de la batería al soporte		2. Llenado de ácido en los orificios		3. Equilibrar para que todos tengan la misma cantidad de ácido. Limpieza y traslado a la parihuela.	
Nota	Ciclo	LC	TO	LC	TO	LC	TO
	1	14,9	14,9	88,84	73,94	127,69	38,85
	2	139,57	11,88	212,91	73,34	268,59	55,68
	3	275,11	6,52	361,05	85,94	420,89	59,84
	4	428,98	8,09	539,12	110,14	582,03	42,91
	5	594,22	12,19	675,44	81,22	760,08	84,64
	6	770,66	10,58	847,91	77,25	912,79	64,88
	7	923,5	10,71	1012,99	89,49	1082,85	69,86
	8	1101,99	19,14	1188,06	86,07	1266,69	78,63
	9	1280,06	13,37	1361,47	81,41	1425,81	64,34
	10	1436,29	10,48	1515,48	79,19	1591,17	75,69
	11	1599,14	7,97	1673,29	74,15	1735,89	62,6
	12	1749,31	13,42	1841,46	92,15	1912,62	71,16
	13	1924,76	12,14	1999,6	74,84	2101,09	101,49
	14	2112,37	11,28	2182,98	70,61	2246,53	63,55
	15	2254,34	7,81	2336,34	82	2438,53	102,19
	16	2448,67	10,14	2584,64	135,97	2665,24	80,6
	17	2671,73	6,49	2767,22	95,49	2824,86	57,64
	18	2835,9	11,04	2918,46	82,56	2982,18	63,72
	19	2992,82	10,64	3078,79	85,97	3125,38	46,59
	20	3134,94	9,56	3209,27	74,33	3295,73	86,46

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 60**

*Cálculo de tiempo estándar en la actividad de llenado de ácido*

<b>RESUMEN</b>			
<b>Núm. de elemento y descripción</b>	1. Transporte de la batería al soporte	2. Llenado de ácido en los orificios	3. Equilibrar para que todos tengan la misma cantidad de ácido. Limpieza y traslado a la parihuela.
TO Total	218,35	1706,06	1371,32
Calificación	1,03	1,03	1,03
TN Total	224,90	1757,24	1412,46
Núm. de observaciones	20	20	20
TN Promedio	11,25	87,86	70,62
% de holgura	19%	19%	19%
Tiempo estándar elemental	13,38	104,56	84,04
Número de ocurrencias	0	0	0
Tiempo estándar	13,38	104,56	84,04
<b>Tiempo estándar total</b> (suma del tiempo estándar para todos los elementos)			<b>201,98</b>

*Nota.* Elaboración Propia

El llenado de ácido de una batería toma 201.98 segundos.

**Tabla 61**

*Tiempos encontrados luego de aplicadas las mejoras*

PROCESO DE ELABORACIÓN DE BATERIAS - ESTUDIO DE TIEMPOS						
Proceso	Unidades	Tiempo (horas)	Tiempo (min)	Tiempo (seg)	Dato	
Rejillado		0.83	50.00	3,000	1	hora para preparar la máquina
	15,000	9.17	550.00	33,000	2.20	segundos por unidad
Pre-oxidación		0.83	50.00	3,000	1	hora para preparar la máquina
	2,000	1.67	100.12	6,007	20.70	segundos por 4 bolas de plomo refinado
Oxidación	2,000	12.50	750.00	45,000	22.50	segundos por kg
Preparación de masa positiva y negativa	2,000	6.25	375.00	22,500	320.00	kg de masa por hora
Empastado	15,000	5.00	300.00	18,000	50.00	unidades por minuto
Fijación	15,000	48.00	2880.00	172,800	48.00	horas todas las placas
Tratamiento		4.00	240.00	14,400	4.00	horas para preparar la máquina
	7,500	36.67	2199.99	131,999	36.67	horas todas las placas
Secado	7,500	1.50	90.00	5,400	1.50	horas todas las placas
Armado	20	6.111	366.667	18.33	1,100.00	segundos por 1 batería
Sellado	20	0.007	0.417	0.02	1.25	hora para preparar la máquina
	20	0.393	23.586	1.18	70.76	segundos por 1 batería
Llenado de acido	2	0.008	0.500	0.25	15.00	minutos para preparar la mezcla
	20	0.833	50.000	2.50	150.00	segundos por 1 batería
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>7.353</b>	<b>441.17</b>	<b>22.28</b>	<b>1,337.01</b>	segundos

*Nota. Elaboración Propia*

## ANEXO 2 – Orden de Compra de Maquinaria

### ORDEN DE COMPRA N° 1

#### DATOS DEL CLIENTE Y DE LA FACTURA

Razón Social	Baterías Vilsa S.R.L.	Ciudad	Lima
Contacto	vilsasrl@yahoo.es	RUT	20252006835
Dirección	Calle Alfonso Ugarte n° 123 Urb. Jorge	Teléfono	5744647

#### DATOS DEL PROVEEDOR

Razón social	GELTER RINGSDORFF SA.	Ciudad	Lima
Contacto	www.sglgroup.com	RUT	20100028698
Dirección	Calle Manuel Bonilla 108, Miraflores	Teléfono	6264000

#### DATOS DEL PRODUCTO A ADQUIRIR

No. Parte / Tipo Modelo	Descripción del Producto	Precio Unitario*	Cant.	Precio Total*
1	Peine para soldar baterías	\$ 800	1	\$ 800
			NETO	
			IVA	
			TOTAL	\$ 800

I

ACEPTACIÓN DEL CLIENTE:



LA EMPRESA